



Disponibile online all'indirizzo www.sciencedirect.com

SciVerse ScienceDirect

journal homepage: www.elsevier.com/locate/gie



FOCUS

Le perforazioni radicolari iatrogene: classificazione e possibilità di trattamento ortogrado

Iatrogenic root perforations: classification and possibility of orthograde treatment

Roberto Fornara^{a,*}, Fabio Gorni^b, Massimo Gagliani^c

^a Libero professionista, Magenta, Milano

^b Libero Professionista, Milano

^c Professore Associato Malattie Odontostomatologiche, DiS, Università degli Studi di Milano

Ricevuto il 15 febbraio 2012; accettato il 16 febbraio 2012

Disponibile online il 14 marzo 2012

PAROLE CHIAVE

Perforazione della radice;
Mineral trioxide aggregate;
MTA;
Lesioni endo-parodontali;
Ritratamento.

KEYWORDS

Root perforation;
Mineral trioxide aggregate;
MTA;
Endo-periodontal lesions;
Retreatment.

Riassunto

Obiettivo: Scopo dell'articolo è descrivere le principali classificazioni delle perforazioni iatrogene e valutare le più attuali tecniche di trattamento per via ortograda.

Materiali e metodi: Le perforazioni di tipo iatrogeno della radice sono per definizione tragitti artificiali che mettono in comunicazione l'endodonto con le strutture parodontali di sostegno del dente. La causa di tali comunicazioni è legata da errori commessi dall'operatore durante le diverse fasi del trattamento endodontico. Le perforazioni possono essere classificate in relazione alla loro posizione e alla loro dimensione.

Risultati: Grazie al supporto di sistemi ingrandenti quali il microscopio operatorio e l'impiego di materiali per la riparazione come il *mineral trioxide aggregate*, oggi è possibile migliorare la prognosi di questi trattamenti.

Conclusioni: La posizione della perforazione in relazione all'attacco epiteliale e alla cresta ossea è importante per stabilire una corretta prognosi. L'applicazione di protocolli operativi rigorosi con l'impiego del *mineral trioxide aggregate* consentono di migliorare la prognosi di elementi con perforazione radicolare.

© 2012 Società Italiana di Endodonzia. Pubblicato da Elsevier Srl. Tutti i diritti riservati.

Summary

Objective: Aim of this paper is to describe iatrogenic perforations of the root canal system, to classify them and to evaluate the methods and techniques available to treat them.

Materials and methods: Iatrogenic perforations of the root canal system are defined as artificial communications between the endodontic environment and the periodontal tissue surrounding

* Corrispondenza: via G. Cler, 42 – 20013 Magenta, Milano.
E-mail: studiofornara@teletu.it (R. Fornara).

the dental root. Often, some procedural errors related to the operative techniques employed during the endodontic treatment may lead to misshaping or, in the worst cases, perforation. These communications might be divided into several classes and are classified according to the site, dimension and location of the perforation.

Results: Due to technical supports like magnification loupes or operative microscope the dentist might have the advantage to locate and seal the perforation with some new biocompatible materials such as mineral trioxide aggregate, making this separative procedure more predictable than in the past.

Conclusions: The perforation position related to epithelial junction and bony crest is strategic from a clinical point of view in order to establish a correct prognosis. A clear operative protocol and the use of proper sealing materials could both lead to a better prognosis for all treatable root canal perforations.

© 2012 Società Italiana di Endodonzia. Published by Elsevier Srl. All rights reserved.

Introduzione

Il trattamento delle perforazioni comporta una fase operativa ben distinta che si aggiunge alle altre che contraddistinguono il "normale" trattamento endodontico. Questo intervento richiede alcune competenze e uno strumentario adeguato. Gli operatori devono possedere specifiche conoscenze relative al trattamento delle perforazioni, una buona esperienza nella risoluzione dei trattamenti endodontici complessi, nonché utilizzare uno strumentario specifico (microscopio operatorio, fonti ultrasoniche e inserti dedicati, cementi a base di *mineral trioxide aggregate* [MTA] e loro carrier) che permetta di compiere un'ottimale riparazione della perforazione.

Sapere se e come intervenire in caso di perforazione radicolare rappresenta oggi una sfida molto complessa che il clinico deve essere in grado di valutare per poter pianificare al meglio il trattamento. Infatti, in situazioni più complesse spesso è richiesto un intervento multidisciplinare [1,2] dove vengono impiegati materiali in grado di garantire ottime capacità di sigillo ed elevata biocompatibilità [3,4].

Le perforazioni secondo Ingle [5] rappresentano la seconda causa di fallimento endodontico (9,61%). Altri studi riportano frequenze di perforazioni comprese tra il 2,7% e il 10% [6]. Alley et al. [7] nel 2004 e Imura et al. [8] nel 2007 hanno affermato che il trattamento endodontico eseguito da specialisti è seguito da un maggior numero di successi. In particolare, nel lavoro di Imura et al. [8] se estrapolassimo il dato relativo alle perforazioni troveremmo che su 18 casi con perforazioni sette sono falliti, costituendo una percentuale del 38,9%; un dato questo che per gli stessi autori rappresenta un'alta percentuale di fallimento.

Le perforazioni possono essere suddivise in due grandi gruppi: (a) perforazioni iatrogene; (b) perforazioni patologiche [9–12]. In entrambe le situazioni, gli eventi che determinano la comunicazione provocano una perdita dell'integrità corono-radicolare con conseguente compromissione dell'elemento in questione.

Di seguito saranno analizzate in modo esclusivo le perforazioni derivanti da errori dell'operatore durante le fasi del trattamento endodontico. Queste, in caso di mancato trattamento, sono in grado di iniziare un processo infiammatorio a carico delle strutture di sostegno del dente con conseguenti infiammazione e necrosi del legamento parodontale, perdita di attacco connettivale e riassorbimento osseo, fattori questi

che potrebbero portare alla formazione di una tasca parodontale [13–17]. Il grado di distruzione dei tessuti parodontali adiacenti alla perforazione è direttamente correlato alla posizione della perforazione [13,18–22], alla sua contaminazione con microrganismi [13,14,23], alle sue dimensioni [17,24–27], al tempo intercorso dalla sua creazione, alla sua diagnosi e di conseguenza alla rapidità con cui la perforazione viene trattata [13,14,19,20,28–30].

È importante sottolineare che nell'eziologia delle perforazioni iatrogene intervengono altri fattori negativi: tra questi si annoverano le anatomie endodontiche alterate [31], lo spessore della dentina radicolare [32–34] e le tecniche troppo aggressive di strumentazione canalare [35].

Classificazione

Si definisce *perforazione* un tragitto artificiale che mette in comunicazione lo spazio endodontico con l'esterno dell'elemento dentario o con le strutture di sostegno del dente.

Una prima suddivisione delle perforazioni iatrogene prevede la distinzione tra perforazioni coronali e radicolari. La classificazione topografica proposta da Alhadainy nel 1994 [36] suddivide queste due categorie in sottogruppi valutandone solo l'aspetto topografico. Quindi, in relazione alla loro posizione, la classificazione di Alhadainy prevede: per le perforazioni coronali, perforazioni della camera pulpale e cervicali. Quelle radicolari possono suddividersi invece in coronali, medie e apicali, a seconda del segmento radicolare in cui si aprono. Nel caso di elementi con bi-triforcazioni, le perforazioni coronali possono essere anche di tipo camerale, con la comunicazione collocata a livello del pavimento camerale.

Da questa prima classificazione fatta in relazione alla posizione è facile intuire come la sede della perforazione sia strettamente correlata alla fase del trattamento endodontico nella quale è stato commesso l'errore (camera pulpale, terzo cervicale, medio e apicale della radice) [36]. Sulla base di ciò, possiamo fare un'importante considerazione clinica associando le varie zone sede di perforazione a precise fasi del trattamento endodontico.

Le perforazioni coronali sono associate per lo più alla fase di apertura coronale. La loro causa più frequente è il mancato allineamento delle frese durante la preparazione dell'accesso camerale (*figg. 1–3*). Al fine di evitare questi



Figura 1 Radiografia pre-operatoria di 3.5. È evidente come a seguito di un maldestro tentativo di accesso canalare sia stata creata una perforazione a livello cervicale.



Figura 2 Radiografia post-operatoria con otturazione canalare e riparazione con cemento MTA. L'otturazione canalare è stata eseguita dopo la completa emostasi del difetto; completato il riempimento canalare è stata effettuata la riparazione della perforazione.

errori, occorre prestare particolare attenzione soprattutto in quei quadri clinici dove il dente presenta inclinazioni e rotazioni marcate rispetto alla sua naturale posizione. La situazione si complica ulteriormente laddove sono presenti



Figura 3 Radiografia di controllo a 1 anno.

manufatti protesici a ricopertura dell'elemento dentario. Altre condizioni a rischio sono rappresentate dalle calcificazioni pulpari, che riducono drasticamente lo spazio camerale. Tali calcificazioni sono legate a fenomeni fisiologici e patologici di deposizione della dentina secondaria e terziaria a seguito dell'età e della presenza di manufatti conservativi o protesici oppure di processi patologici a carico del dente (processi cariosi, abrasioni/erosioni cervicali, ecc.). In radiografia, queste situazioni possono essere intercettate con successo laddove la corona non sia oscurata da manufatti protesici o conservativi. Nei denti pluriradicolati, l'immagine radiografica è caratterizzata dalla vicinanza se non dalla corrispondenza del tetto con il pavimento camerale; mentre nei monoradicolati si ha un restringimento e/o una contrazione dello spazio camerale in direzione apicale.

Le perforazioni cervicali possono essere conseguenti a due situazioni principali: la prima è da ascrivere a un eccesso di strumentazione della porzione coronale del canale, la seconda alla difficoltà di reperimento degli imbrocchi canalari. È bene ricordare che a livello dei singoli denti sono state ampiamente descritte le cosiddette *danger zones*, le quali vanno preservate tassativamente in fase di preparazione canalare al fine di evitare un eccessivo indebolimento della radice o, peggio ancora, una comunicazione endoparodontale. Nei denti monoradicolati e biradicolati le aree di sicurezza [32–34,37], cioè dove lo spessore di dentina è maggiore, sono localizzate vestibolarmente e/o lingualmente all'imbocco, mentre nei pluriradicolati queste aree sono localizzate a livello della parete di dentina opposta all'imbocco rispetto alla forcazione [32,34].

Un particolare tipo di perforazione è rappresentato dallo *stripping*, generalmente conseguente all'impiego di tecniche troppo aggressive di sagomatura canalare [35,38]. Per definizione, lo *stripping* è un assottigliamento della parete

dentinale interna derivato da un raddrizzamento della curvatura canalare. Per tale motivo, questo tipo di comunicazione è di frequente riscontro sulla parete distale delle radici mesiali nei molari inferiori e nelle radici mesio-vestibolari dei molari superiori in prossimità dell'area della forcazione. Un'altra causa è rappresentata dall'uso improprio di grossi strumenti rotanti come le frese di Gates-Glidden [39,40]. Quindi, in fase di valutazione diagnostica (radiografie endorali e sondaggi parodontali), va posta molta attenzione alla comparsa di eventuali difetti ossei a livello della forcazione dei denti pluriradicolati. Per esempio, all'esame radiografico la visualizzazione di un difetto a livello della forcazione potrebbe indicare una causa endodontica, soprattutto qualora il livello dei picchi ossei interprossimali risultasse nella norma.

Le perforazioni del terzo medio sono generate durante la fase di strumentazione canalare, a seguito del superamento o nel tentativo di rimuovere ostacoli canalari. Anche le curvature molto accentuate e i canali calcificati possono aumentare il rischio di perforazioni radicolari. Un'altra importante causa di perforazione è quella derivante dalla preparazione del *dowel space* nella fase di ricostruzione post-endodontica [41–44]. Le frese per la preparazione del sito per il perno, se non correttamente allineate, possono essere causa di una perforazione di notevoli dimensioni. Inoltre, l'impiego di frese che aumentano in modo inappropriato la sede del perno può determinare la formazione di *stripping*. Pertanto, in questa fase è sconsigliato l'uso delle frese, ricordando che il principio a cui dobbiamo riferirci in fase di preparazione è quello che il perno si deve adattare alla nostra preparazione canalare e non viceversa.

Le perforazioni del terzo apicale possono essere causate durante la fase di sagomatura, là dove i canali presentano nel tratto apicale della radice curvature molto accentuate. Una sede frequente di questo tipo di perforazione è rappresentata dall'incisivo laterale superiore [45]. Questo, infatti, presenta una curvatura del terzo apicale in direzione disto-palatale che spesso non viene intercettata radiograficamente. La mancata strumentazione del tratto apicale o, peggio, la creazione di una falsa strada con perforazione è spesso causa di fallimento endodontico [5].

Un'altra classificazione suddivide le perforazioni in tre gruppi in relazione alla loro dimensione: piccola, media e grande.

Queste due prime classificazioni forniscono, dal punto di vista clinico, esclusivamente informazioni legate alle caratteristiche delle perforazioni senza proporre valutazioni diagnostiche e/o prognostiche di alcun tipo.

Per formulare altre considerazioni di natura prognostica riportiamo altre due classificazioni. La prima può essere fatta in base al momento temporale in cui le perforazioni si sono verificate e/o nel momento in cui vengono diagnosticate. Quelle "intra-operative" vengono diagnosticate e trattate nel momento in cui sono generate (indubbiamente presentano una prognosi migliore in quanto chiuse in condizioni di asepsi), mentre le perforazioni "pregresse" quando generate non sono diagnosticate e quindi restano aperte. La loro diagnosi viene posta in un momento successivo alla loro creazione, quindi il loro trattamento viene differito. L'aumento dell'intervallo di tempo tra formazione e trattamento della comunicazione porta inevitabilmente a una sua

contaminazione, con conseguente riduzione delle possibilità di guarigione [13,16,23].

Un'ulteriore classificazione è quella molto più articolata proposta da Fuss e Trope [46] nel 1996: si basa sui principali fattori prognostici quali il tempo, la dimensione e la localizzazione della perforazione che, come abbiamo già visto, possono influenzare il risultato del trattamento delle perforazioni. Dal punto di vista prognostico è sicuramente molto importante tenere presente anche il tipo di materiale impiegato per la riparazione, nonché la sua biocompatibilità. Secondo gli autori, tale classificazione permette al clinico di inquadrare correttamente la perforazione, valutandone l'entità, e di conseguenza ciò consente di selezionare un'adeguata strategia di trattamento. Di seguito viene riportata la classificazione di Fuss e Trope [46].

- **Fresh:** sono perforazioni trattate immediatamente o in un breve intervallo di tempo dall'avvenuto danneggiamento e quindi in condizioni di asepsi; in questi casi la prognosi è buona.
- **Old:** sono perforazioni non trattate in precedenza, con conseguente infezione batterica; la prognosi è discutibile.
- **Small:** sono perforazioni caratterizzate da una ridotta dimensione (pari o più piccola di uno strumento endodontico del diametro di #20 in punta). Di fatto, questa perforazione è da considerarsi una falsa strada perché determina una nuova comunicazione con l'esterno della radice. Essendo limitato il danneggiamento dei tessuti, può essere trattata come se fosse un canale radicolare, mantenendo una buona prognosi.
- **Large:** sono perforazioni di ampie dimensioni generalmente posizionate tra il terzo medio e il terzo cervicale della radice e derivano da errori in fase di preparazione del *dowel space*. La loro dimensione comporta un danneggiamento tissutale non trascurabile, che può comportare contaminazione batterica; la prognosi è discutibile.
- **Coronal:** la perforazione è collocata coronalmente rispetto al livello della cresta ossea con ridotto danneggiamento sia dell'attacco epiteliale sia dei tessuti di supporto; la possibilità di accesso e quindi di trattamento è semplice a seguito della sua localizzazione; la prognosi è generalmente buona.
- **Crestal:** la perforazione è localizzata a livello dell'attacco epiteliale della cresta ossea; la prognosi è discutibile.
- **Apical:** la perforazione è apicale alla cresta ossea e all'attacco.

In conclusione, la posizione della perforazione in relazione all'attacco epiteliale e alla cresta ossea è importante per determinare una corretta prognosi. Se la perforazione si trova in posizione coronale o apicale rispetto all'attacco epiteliale e alla cresta ossea la prognosi è buona perché la perforazione, non comunicando direttamente con il solco gengivale, non si contamina, prospettando così una prognosi migliore. Per contro, le perforazioni a livello dell'attacco epiteliale e della cresta ossea sono contraddistinte da una prognosi peggiore. Più in generale, possiamo affermare che le perforazioni laterali alla radice possono essere coronali e apicali rispetto alla cresta ossea (in questi casi sono associate a una buona prognosi), mentre le perforazioni del pavimento camerale con interessamento della forcazione sono considerate a prognosi bassa, in quanto in condizioni fisiologiche la forcazione è confinata a livello della cresta ossea e quindi, in caso di comunicazione, l'infiltrazione

batterica dal solco gengivale è rapida. Questo ci permette inoltre di comprendere come in elementi pluriradicolati le perforazioni del pavimento della camera pulpare (forcazione) vadano considerate attentamente dal punto di vista prognostico, in quanto sono spesso molto ampie e associate a estese zone di danno parodontale.

Trattamento delle perforazioni

Per affrontare in modo corretto le perforazioni radicolari occorre partire da una valutazione complessiva del caso: solo in questo modo sarà possibile individuare l'approccio terapeutico più indicato. In questo articolo esamineremo esclusivamente il trattamento per via ortograde, rimandando ad altro lavoro gli altri approcci terapeutici.

I criteri principali che l'operatore deve valutare sono di seguito riportati. Per quanto riguarda i criteri della perforazione, sono fondamentali la sede, la dimensione e il tempo intercorso tra diagnosi e trattamento; per i criteri relativi all'elemento dentario vanno considerati il grado di compromissione parodontale e la strategicità dell'elemento da trattare; per finire, tra i fattori relativi all'operatore vanno considerati l'esperienza e la disponibilità di uno strumentario adeguato e completo.

Nel trattamento non chirurgico delle comunicazioni endoparodontali di natura iatrogena sono stati adoperati diversi materiali, tra cui amalgama (figg. 4–8), cementi all'ossido di zinco ed eugenolo rinforzati (IRM), cementi vetro-ionomerici, guttaperca, fosfato tricalcico, idrossido di calcio, materiali compositi, ecc. Più di recente [47] è stato introdotto sul mercato un nuovo cemento: il *mineral trioxide aggregate* (MTA), cemento di Portland tipo 1 che, grazie alle sue proprietà peculiari, è divenuto il materiale di riferimento per la riparazione delle perforazioni effettuate per via ortograde (figg. 9–11).

I principali vantaggi di questo innovativo cemento sono legati all'ottima capacità di sigillo [47–51], alla sua biocompatibilità [52,53] e soprattutto alla capacità di indurire in presenza di sangue e fluidi organici [51]. Per quanto riguarda la biocompatibilità, il MTA non irrita i tessuti periradicolarari, anzi ne promuove la crescita (cementoblasti)



Figura 4 Radiografia pre-operatoria di 3.6 che evidenzia un trattamento endodontico incongruo e la presenza di uno strumento separato nella radice mesiale.



Figura 5 Foto intra-operatoria dove è possibile vedere la perforazione del pavimento camerale.

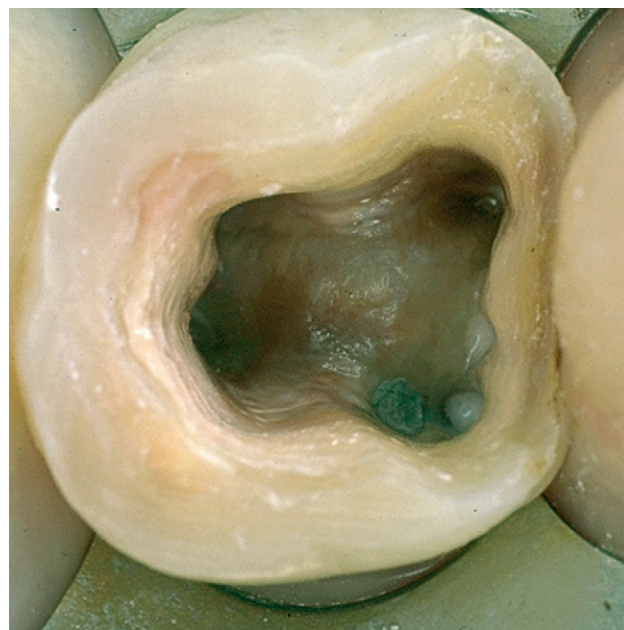


Figura 6 Foto intra-operatoria dopo chiusura della perforazione con amalgama, rimozione del frammento di strumento e reperimento di tutti gli imbrocchi canalari.

sulla sua superficie, mostrando quindi, oltre a capacità osteoconduttive, anche proprietà osteoinduttive [52]. Inoltre, fra i materiali impiegati per la riparazione di perforazioni il MTA garantisce alte percentuali di successo anche a lungo termine [17].

La scelta dell'opzione terapeutica è strettamente correlata alle possibilità diagnostiche della perforazione. La diagnosi di perforazione può essere fatta in fase pre-operatoria o intra-operatoria. Nel primo caso viene posta mediante la raccolta di tutte le informazioni cliniche, l'esame obiettivo



Figura 7 Radiografia endorale che evidenzia la radiopacità dell'amalgama impiegata nella riparazione della perforazione.

(che comporti l'eventuale sondaggio parodontale anche in prossimità delle forcazioni di denti pluriradicolati) e la valutazione di esami strumentali quali radiografia endorale e *cone beam computed tomography* (CBCT); quest'ultima, grazie all'impiego di "campi di vista" ridotti, può rappresentare un valido aiuto sia nella diagnosi sia nella gestione di complessi casi endodontici [54,55]. Nel secondo caso, il localizzatore d'apice rappresenta uno strumento di fondamentale importanza sia per confermare la diagnosi sia per stabilire il successivo trattamento delle comunicazioni endoparodontali. Il suo impiego ci permette di raccogliere informazioni basilari sulla posizione e sulla dimensione della perforazione. Questo strumento diventa indispensabile quando la perforazione è posizionata sulla superficie vestibolare-palatale della radice e quindi non evidenziabile con un normale radiogramma periapicale. La conferma

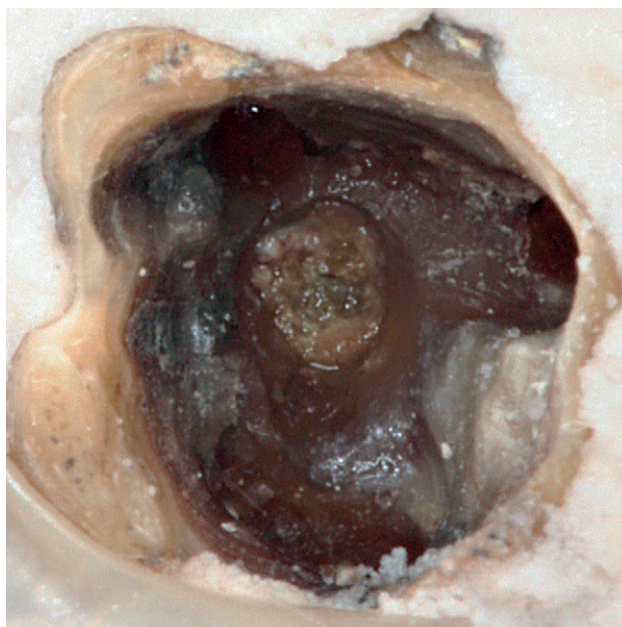


Figura 9 Cavità di accesso di 3.6 con ampia perforazione del pavimento camerale.

diagnostica in questa fase può derivare anche dallo scattare un radiogramma con uno strumento o del materiale radiopaco inserito all'interno del tragitto. In alcune circostanze è necessario scattare due radiografie con angolazioni differenti per meglio evidenziare l'incongruità fra strumento e canale radicolare originario.

È importante precisare che le opzioni terapeutiche delle perforazioni sono diverse e che, tra queste, quella ortograde non chirurgica è generalmente la preferita, soprattutto

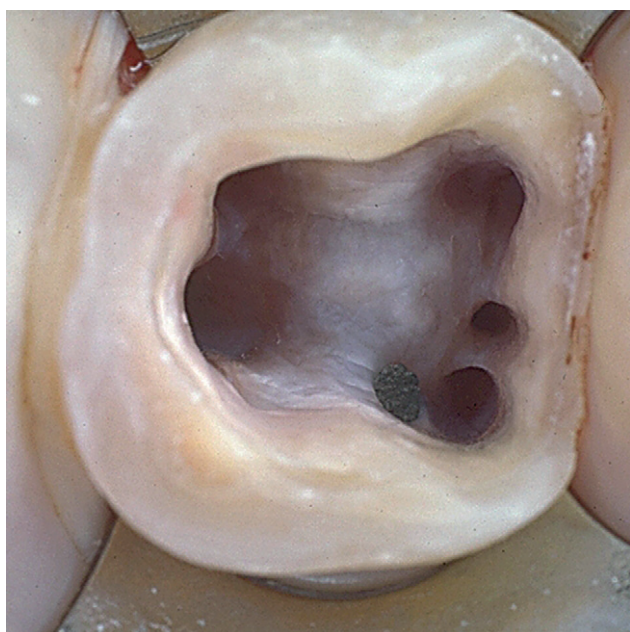


Figura 8 Foto della cavità di accesso detersa e ultimata.

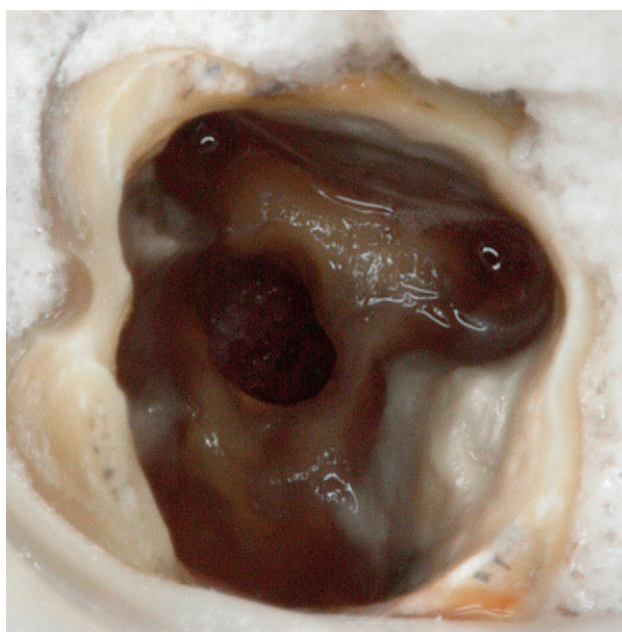


Figura 10 Foto intra-operatoria dove si evidenzia la completa detersione della perforazione e il reperimento di tutti i canali radicolari.

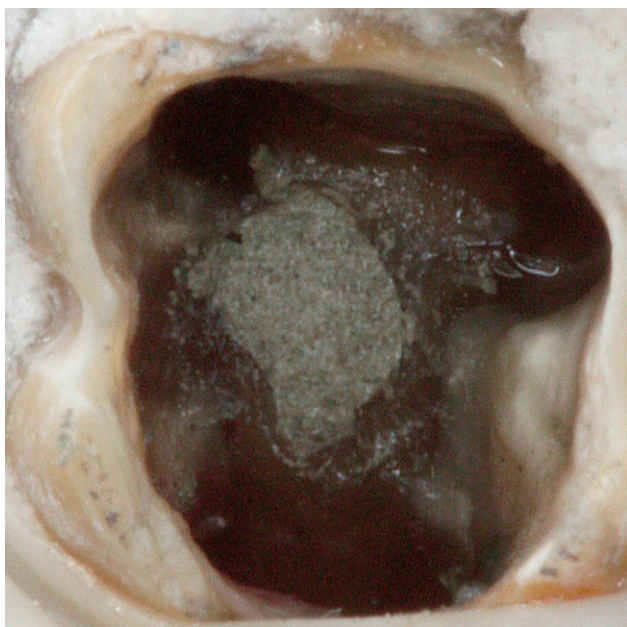


Figura 11 Chiusura della perforazione con MTA grigio (prima formulazione).

quando la valutazione dei parametri prognostici offre percentuali di successo simili tra l'opzione ortograde e quella chirurgica. Un dato discriminante che condiziona la terapia è la possibilità di operare con l'ausilio di sistemi ingrandenti che permettono di vedere meglio il difetto. L'impossibilità di poter visualizzare la perforazione può essere ascritta a due cause principali: la prima è di natura anatomica (nel caso in cui la perforazione sia collocata al di là di una curvatura radicolare anche l'impiego del microscopio operatorio risulta inutile per la sua visualizzazione), mentre nella seconda il campo operatorio è "oscurato" a causa di un profuso sanguinamento intraoperatorio. Nel primo caso l'opzione chirurgica diventa la più quotata [56], mentre nel secondo caso è opportuno ottenere l'emostasi del sito mediante medicazioni con idrossido di calcio, la cui applicazione, oltre ad avere un'azione emostatica, permette anche di ridurre l'infiammazione abbassando la carica batterica e riducendo le tossine batteriche.

Le perforazioni a livello del terzo cervicale (pavimento nei casi di pluriradicolati), se da un lato sono facilmente accessibili per via ortograde, dall'altro, come già descritto in dettaglio, sono lesioni con prognosi incerta. Un fattore ampiamente dimostrato che agisce in modo negativo sulla prognosi delle perforazioni è rappresentato dall'intervallo di tempo che trascorre tra la loro generazione e il loro trattamento [46]: più questo intervallo è lungo, maggiore sarà il rischio di contaminazione e quindi peggiore sarà la prognosi. Se vogliamo fare una considerazione clinica, possiamo dedurre che, se durante un trattamento, il clinico causasse una comunicazione iatrogena, riparandola nell'ambito della stessa seduta non andrebbe ad alterare le probabilità di riuscita del ritrattamento ortograde. Le perforazioni del pavimento vanno irrigate con ipoclorito di sodio e "preparate" con l'impiego di inserti ultrasonici (figg. 12-17). Una volta ottenuto uno spazio deterso e contenitivo, la perforazione va asciugata, ma assolutamente non disidratata, e



Figura 12 Radiografia pre-operatoria di 4.6.

quindi mediante appositi carrier può essere riparata posizionando il MTA. Al termine della riparazione è importante lasciare a contatto il cemento con un batuffolo di cotone inumidito in modo che il MTA possa richiamare acqua dalla parte interna della sua superficie, assicurando un corretto indurimento.

Nel caso in cui la perforazione si trovi nel terzo medio, le difficoltà operative aumentano in quanto le lesioni sono posizionate in zone di più difficile accesso. Quando la comunicazione è determinata da un "assottigliamento" della parete dentinale (*stripping*) (figg. 18 e 19), il suo trattamento, in virtù delle caratteristiche (usura lineare della parete dentinale di forma allungata con mancanza di uno spazio adeguato per il setting del materiale da riparazione),



Figura 13 Foto intra-operatoria della cavità di accesso dell'elemento della Figura 12. È evidente come la perforazione sia associata a una totale mancanza del trattamento endodontico.



Figura 14 Foto dopo detersione della perforazione e reperimento dei canali radicolari.

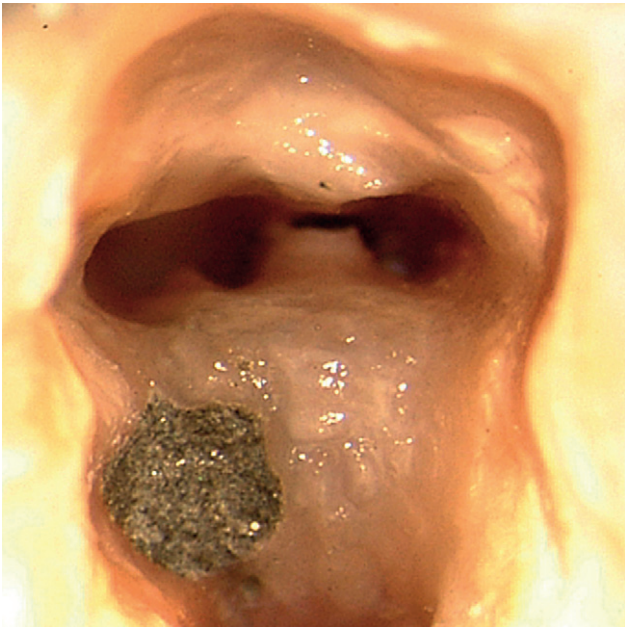


Figura 15 Foto dopo riparazione della perforazione con cemento MTA.

presenta ulteriori difficoltà clinico-pratiche, necessitando il prima possibile di una terapia spesso di tipo combinato [25], che prevede il trattamento endodontico con otturazione canalare (cemento e guttaperca) e successivamente una fase chirurgica che ha due scopi principali: eliminare il tessuto infiammatorio e brunire a freddo la guttaperca sulla superficie esterna della radice, assicurandosi di rimuovere qualsiasi eccesso di materiale da otturazione che risulterebbe un sicuro ostacolo alla guarigione del caso [30]. È bene precisare

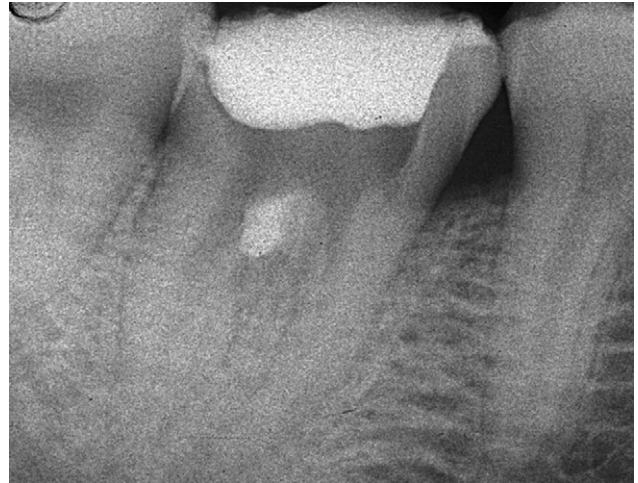


Figura 16 Radiografia post-operatoria con la perforazione del pavimento camerale riparata.



Figura 17 Radiografia post-operatoria con otturazione canalare completata.



Figura 18 Foto intra-operatoria della cavità di accesso di 1.6: si noti il leggero sanguinamento a livello dell'imbocco del canale mesio-vestibolare.

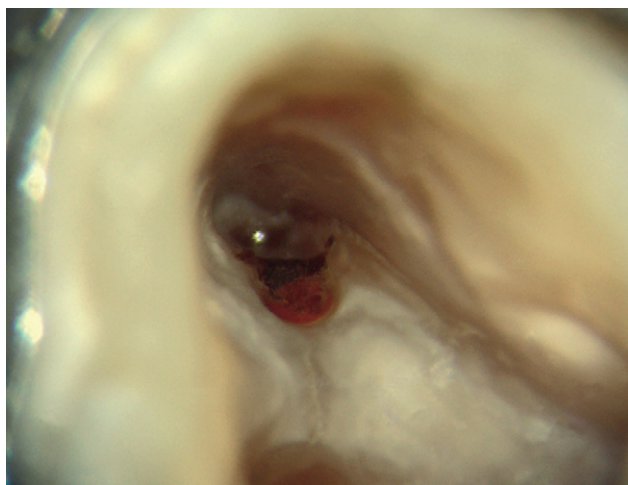


Figura 19 A maggior ingrandimento si può vedere come il sanguinamento sia provocato da uno *stripping* a livello dell'imbocco del canale mesio-vestibolare.

che nella prima fase ortograda il trattamento precedente l'otturazione prevede l'emostasi, l'otturazione apicale alla perforazione con condensazione verticale a caldo della guttaperca e la chiusura della perforazione con l'impiego di un unico cono opportunamente preparato. Quest'ultimo permetterà la chiusura del difetto in un'unica soluzione, facendo adattare il cono con una sorta di condensazione laterale a freddo che ne permette un buon adattamento, ma soprattutto impedisce la fuoriuscita di materiale da otturazione nei tessuti periradicolari [22,57]. Riteniamo che riparare *stripping* mediante MTA per via ortograda sia un'operazione molto complessa in virtù delle caratteristiche stesse del difetto, per via della mancanza di uno spazio adeguato per il setting del materiale da riparazione.

Le perforazioni del terzo apicale derivano da errori in fase di strumentazione canalare; in genere si riscontrano in presenza di curvature radicolari accentuate laddove l'operatore, durante le fasi operative, si trova a dover superare un ostacolo rappresentato da strumento separato, calcificazione, materiale da otturazione od ostruzione derivato dall'accumulo di detriti dentali in zona apicale. Dal punto di vista prognostico presentano buone probabilità di successo. Queste perforazioni possono essere molto complesse da trattare, non tanto per la riparazione della perforazione in se stessa quanto nel reperire, detergere e otturare la porzione di canale apicale non trattata che verosimilmente determinerà l'insuccesso del caso. Dopo la riparazione della perforazione, che viene otturata come un normale canale radicolare (impiegando una tecnica di otturazione a caldo con guttaperca e cemento), qualora per via ortograda non sia possibile il trattamento della porzione apicale del canale, in presenza di sintomi e/o segni clinici, sarà necessario un trattamento combinato con intervento di endodonzia chirurgica e resezione dei 3 mm apicali della radice.

Infine, in caso di perforazioni apicali di grandi dimensioni (trasporti interni ed esterni dell'apice) il trattamento può essere effettuato sempre per via ortograda con la tecnica dell'*apical plug* [58], portando il cemento negli ultimi

3-4 mm apicali e otturando in seconda seduta la restante parte del canale con cemento e guttaperca.

Conclusioni

Le perforazioni iatrogene radicolari rappresentano una complicanza della normale terapia endodontica. Il loro trattamento deve essere preceduto da un'accurata valutazione diagnostica fondata sull'attenta considerazione di specifici criteri relativi alla perforazione (sede, dimensione, tempo), all'elemento dentario (strategicità, compromissione parodontale) e all'operatore (esperienza, strumentario a disposizione).

A oggi, l'uso del *mineral trioxide aggregate*, soprattutto se supportato dall'impiego del microscopio operatorio, permette al clinico di risolvere casi di comunicazioni endoparodontali anche molto complessi.

Rilevanza clinica: Le perforazioni iatrogene sono annoverate tra le principali cause di insuccesso endodontico, con frequenze che in letteratura arrivano fino al 10%. Recuperare elementi dentari compromessi da perforazioni iatrogene della radice è un'operazione spesso molto complessa che richiede, oltre a specifiche competenze nel risolvere problematiche endodontiche complesse, anche uno strumentario completo (microscopio operatorio, fonti ultrasoniche, specifici cementi e loro carrier) che permetta al clinico di affrontare i diversi protocolli operativi. Oggigiorno il *mineral trioxide aggregate* è ampiamente impiegato nel trattamento delle perforazioni radicolari in quanto si è dimostrato il cemento in assoluto più biocompatibile con la maggior capacità di sigillo. Quest'ultimo aspetto è di fondamentale importanza per la buona riuscita del trattamento delle perforazioni.

Conflitto di interesse

Gli autori dichiarano di non aver nessun conflitto di interessi.

Finanziamenti allo studio

Gli autori dichiarano di non aver ricevuto finanziamenti istituzionali per il presente studio.

Bibliografia

1. White C, Bryant N. Combined therapy of mineral trioxide aggregate and guided tissue regeneration in the treatment of external root resorption and an associated osseous defect. *J Periodontol* 2002;73:1517–21.
2. Ruddle CJ. Non-surgical endodontic retreatment. In: Cohen S, Burns RC, editors. *Pathways of the pulp*. 8th ed, St Louis: Mosby; 2002. p. 875.
3. Pitt Ford TR, Torabinejad M, McKendry DJ, Hong CU, Kariyawasam SP. Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:756–63.
4. Torabinejad M, Parirokh M. Mineral trioxide aggregate. A comprehensive literature review – part II: Leakage and biocompatibility investigations. *J Endodon* 2010;36:190–202.
5. Ingle JI, Bakland LK. *Endodontics*. 5th ed. Hamilton (ON): BC Decker; 2002.

6. Eleftheriadis GI, Lambrianidis TP. Technical quality of root canal treatment and detection of iatrogenic errors in an undergraduate dental clinic. *Intern Endod J* 2005;38:725–34.
7. Alley BS, Kitchens G, Alley LW, Eleazer PD. A comparison of survival of teeth following endodontic treatment performed by general dentists or by specialists. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98:115–8.
8. Imura N, Pinheiro ET, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. The outcome of endodontic treatment: a retrospective study of 2000 cases performed by a specialist. *J Endod* 2007;33:1278–82.
9. Wedenberg C, Lindsog S. Experimental internal resorption in monkey teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:221–7.
10. Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Root resorption diagnosis, classification and treatment choices based on prognostic factors. *Dent Traumatol* 2003;19:175–82.
11. Haapasalo M, Endal U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endod Topics* 2006;14:60–79.
12. Barclay C. Root resorption. 2: internal root resorption. *Dent Update* 1993;20:292–4.
13. Lantz B, Persson PA. Periodontal tissue reactions after root perforations in dog's teeth. A histological study. *Odontol Tidskr* 1967;75:209–37.
14. Selzer S, Sinai IH, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. *J Dent Res* 1970;49:332–9.
15. El-Deeb ME, El-Deeb M, Tabibi A, Jensen J. An evaluation of amalgam, Cavit and calcium hydroxide in the repair of furcation perforations. *J Endodon* 1982;8:459–66.
16. Beavers RA, Bergenholtz G, Cox CF. Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of Manaca mulatta. *Int Endod J* 1986;19:36–44.
17. Main C, Mirzayan N, Shabahang S, Torabinejad M. Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long term study. *J Endod* 2004;30:80–3.
18. Kvinnsland I, Oswald RJ, Halse A, Grønningsæter. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. *Int Endod J* 1989;22:75–84.
19. Lantz B, Persson PA. Experimental root perforation in dogs' teeth. A roentgen study. *Odontol Revy* 1965;16:238–57.
20. Lantz B, Persson PA. Periodontal tissue reactions after surgical treatment of root perforations in dog's teeth. A histological study. *Odontol Revy* 1970;21:51–62.
21. Stromberg R, Hasselgren G, Bergstedt H. Endodontic treatment of traumatic root perforations in man: a clinical and roentgenological follow-up study. *Swed Dent J* 1972;65:457–66.
22. Allam CR. Treatment of stripping perforations. *J Endod* 1996;22:699–702.
23. Sinai IH. Endodontic perforations: their prognosis and treatment. *J Am Dent Assoc* 1977;95:90–5.
24. Ibarrola JL, Biggs SG, Beeson TJ. Repair of large furcation perforation: a four-year follow-up. *J Endod* 2008;34:617–9.
25. Rafter M, Baker M, Alves M, Daniel J, Remeikis N. Evaluation of healing with use of an internal matrix to repair furcation perforations. *Int Endod J* 2002;35:775–83.
26. Lemon RR. Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept. *Dent Clin North Am* 1992;36:439–57.
27. Balla R, LoMonaco CJ, Skribner J, Lin LM. Histological study of furcation perforation treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam and Life. *J Endod* 1991;17:234–8.
28. Bhaskar SN, Pappaport HM. Histologic evaluation of endodontic procedures in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;31:526–35.
29. Harris WE. A simplified method of treatment for endodontic perforations. *J Endod* 1976;2:126–34.
30. Benenati FW, Roane JB, Biggs JT, Simon JH. Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. *J Endod* 1986;12:161–6.
31. Gagliani M, Fornara R. *Testo atlante di anatomia endodontica*, 1ª ed., Milano: Tecniche Nuove; 2011.
32. Berutti E, Fedon G. Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars. *J Endod* 1992;18:545–8.
33. Bellucci C, Perrini N. A study on the thickness of radicular dentin and cementum in anterior and premolar teeth. *Int Endod J* 2002;35:594–606.
34. Tabrizzadeh M, Reuben J, Khaledi M, Mousavinasab M, Ghane Ezabadi MK. Evaluation of radicular dentin thickness of danger zone in mandibular first molars. *J Dent (Tehran)* 2010;7:196–9.
35. Kessler JR, Petres DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforations using various endodontic instrumentation technique. *J Endod* 1983;9:439–47.
36. Alhadainy HA. Root perforations. A review of literature. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;78:368–74.
37. Sauáia TS, Gomes BP, Pinheiro ET, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ, et al. Thickness of dentine in mesial roots of mandibular molars with different lengths. *Int Endod J* 2010;43:555–9.
38. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal system: a review. *J Endod* 2004;30:559–67.
39. Lim SS, Stock CJ. The risk of perforation in the curved canal: anticurvature filling compared with the stepback technique. *Int Endod J* 1987;20:33–9.
40. Coutinho-Filho T, De-Deus G, Gurgel-Filho ED, Rocha-Lima AC, Dias KRC, Barbosa CA. Evaluation of the risk of a stripping perforation with gates-glidden drills: serial versus crown-down sequences. *Braz Oral Res* 2008;22:18–24.
41. Roda R. Root perforation repair: surgical and non surgical management. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13:467–72.
42. Kuttler S, McLean A, Dorn S, Fischzang A. The impact of post space preparation with gates-glidden drills on residual dentin in thickness in distal roots of mandibular molars. *JADA* 2004;135:903–9.
43. Souza EM, do Nascimento LM, Maia Filho EM, Alves CM. The impact of post preparation on the residual dentin thickness of maxillary molars. *J Prosthet Dent* 2011;3:184–90.
44. Gutmann JL, Lovdahl PE. Problem solving in endodontics: prevention, identification and management. In: Maryland Heights. 5th ed., Missouri: Elsevier Mosby; 2011.
45. Tsurumachi T, Takita T, Hashimoto K, Katoh T, Ogiso B. Ultrasonic irrigation of maxillary lateral incisor with perforation of the apical third of the root. *J Oral Sci* 2010;52:659–63.
46. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. *Endod Dent Traumatol* 1996;12:255–64.
47. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod* 1993;19:541–4.
48. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 1993;19:591–5.
49. Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR. Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod* 1995;21:295–9.
50. Tang HM, Torabinejad M, Kettering JD. Leakage evaluation of root end filling materials using endotoxin. *J Endod* 2002;28:5–7.
51. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod* 1994;20:159–63.
52. Hakki SS, Bozkurt SB, Ozcopur B, Purali N, Belli S. Periodontal ligament fibroblast response to root perforations restored with

- different materials – a laboratory study. *Int Endod J* 2012; 45:240–8.
53. Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to mineral trioxide aggregate. *J Endod* 1998;8:543–7.
 54. Young GR. Contemporary management of lateral root perforation diagnosed with the aid of dental computed tomography. *Aust Endod J* 2007;33:112–8.
 55. Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu MK. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endodon* 2011;37:513–6.
 56. Yildirim G, Dalci K. Treatment of lateral root perforation with mineral trioxide aggregate: a case report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;102:55–8.
 57. Malagnino AM, Passariello P, Perfetti G. Le perforazioni iatrogene: eziologia, diagnosi e trattamento ortograde con varie tecniche di utilizzo della guttaperca. *G It Endod* 1998;3: 150–71.
 58. Lendini M, Fornara R, Pasqualini D. L'otturazione di apici canalari con MTA: procedure operative. *G It Endod* 2011; 25:127–42.