

Ernesto Rapisarda
Giuseppina Casella

Università degli Studi di Catania
Corso di Laurea Specialistica in
Odontoiatria e Protesi Dentaria
Presidente: Prof. Ernesto Rapisarda
Insegnamento di Endodonzia
Titolare: Prof. Ernesto Rapisarda

Corrispondenza:
Prof. Ernesto Rapisarda
Via Francesco Fusco, 37
95128 Catania
Tel.-Fax: +39 095.551667
E-mail: erapisa@unict.it

Pervenuto in Redazione il 16 dicembre 2004
Accettato per la pubblicazione il 21 febbraio 2005

Utilizzo critico della fluoresceina in endodonzia

Critical use of fluorescein in endodontics

RIASSUNTO

Scopo: il reperimento degli imbocchi canalari non sempre è agevole, specie negli elementi con camera pulpare obliterata e con canali calcificati. A tal fine abbiamo valutato l'utilità della fluoresceina sodica, colorante usato in oftalmologia, nel reperire gli imbocchi, esaminando l'interazione colorante oftalmico - tessuto pulpare.

Metodologia: sono state testate 4 concentrazioni di fluoresceina sodica: le concentrazioni al 2% e all'1% esistono in commercio, mentre quello allo 0.8% e allo 0.5% sono state ottenute diluendo in acqua distillata sterile il colorante e poi titolando le soluzioni. La sperimentazione è stata condotta *in vitro* su 16 elementi dentali vitali appena estratti, divisi in 4 gruppi, e *in vivo* durante il trattamento endodontico. Aperta la camera pulpare, si è bagnata la polpa con due gocce della soluzione testata. Si è quindi illuminata la camera con la luce blu di una comune lampada fotopolimerizzatrice, per rilevare la fluorescenza verde brillante emessa dal tessuto pulpare che ha assorbito il colorante. A sagomatura ultimata, si è applicato di nuovo il colorante sul pavimento per verificare l'eventuale fluorescenza residua.

Risultati: i tessuti pulpari bagnati con due gocce di fluoresceina sodica al 2% non evidenziano alcuna significativa fluorescenza, risultando la concentrazione al 2% poco adatta agli scopi endodontici. Le concentrazioni allo 0.8% e allo 0.5% hanno invece garantito una fluorescenza più spiccata e hanno così consentito di evidenziare meglio i residui pulpari ancora presenti. A sagomatura completata, un secondo apporto del colorante riempie il lume canalare ormai privo

di residui pulpari. Tuttavia, la luce blu della lampada fotopolimerizzatrice svela anche in questi casi una significativa fluorescenza.

Conclusioni: in endodonzia, utilizzando le normali lampade fotopolimerizzatrici oggi disponibili, solo concentrazioni assai diluite di fluoresceina sodica consentono di ottenere la tipica fluorescenza verde brillante. Concentrazioni superiori all'1% non danno immagini sufficientemente contrastate. Abbiamo però constatato che anche canali sicuramente privi di residui pulpari continuano ad emettere fluorescenza verde se bagnati con minime concentrazioni del colorante. La fluorescenza riferita da altri Autori non indica la polpa dentale, ma consegue alla semplice interazione fluoresceina sodica - fonte luminosa. Pertanto l'utilizzo della fluoresceina sodica in ambito endodontico è discutibile, risultando sperimentalmente la fluorescenza indotta aspecifica e non legata al reale contenuto di polpa residua.

Parole chiave:

Polpa dentale, fluoresceina sodica, fluorescenza, lampade fotopolimerizzatrici.

ABSTRACT

Aim : location of canal orifices is not always an easy task, especially when calcified. Fluorescent ophthalmic dye (sodium fluorescein) has been proposed to facilitate the search for canal orifices. The aim of the present study is to evaluate effectiveness of the technique at various concentration and assess interactions between ophthalmic dye and pulp tissues.

Methodology: four solutions of sodium fluorescein were tested: 1% and 2% are commercially available, while 0.8% and 0.5%

have been obtained by diluting the dye in steril distilled water. *In vivo* evaluation was performed during clinical endodontic treatment. Experimental evaluation has been conducted *in vitro* on 16 dental elements, immediately after extraction. After opening pulp chamber and visualization of the pulp tissue, the latter has been wet with 2 drops of the tested solutions. Pulp chamber was enlightened using a normal curing lamp (blue light) to observe brilliant green fluorescence emitted from pulp tissue which had absorbed dye. After canal preparation was completed, a second application of dye was performed to check remnants.

Results: no significant fluorescence was achieved with 2% sodium fluorescein, using a normal curing lamp. Therefore, 2% concentration seems to be ineffective for the endodontic use. On the contrary, 0.8% and 0.5% concentrations provided higher fluorescence, allowing to visualize pulp tissue and remnants. However, the blue light of the curing lamp revealed a fluorescence effect also in a debris-free pulp chamber following completion of canal preparation and a second application of the dye.

Conclusion: the findings of the present study showed that only very diluted concentrations of sodium fluorescein provided the brilliant typical green fluorescence. Our findings showed that the fluorescence effect, which have been reported by other Authors, does not depend on the amount of pulp tissue or remnants, but it is the consequence of an aspecific interaction between sodium fluorescein and the light source. It may be concluded that the use of sodium fluorescein is not a useful tool for locating orifices or visualize pulp remnants.

Key words:

Tooth pulp, sodium fluorescein, fluorescence, curing lamps.

INTRODUZIONE

In endodonzia il reperimento di tutti i canali radicolari di un dente e la loro conseguente completa sagomatura e detersione costituiscono l'unico metodo per ottenere un prevedibile successo clinico e biologico. Anche se il microscopio operatorio rappresenta un ausilio indispensabile per visualizzare dettagliatamente la complessa anatomia della camera pulpare, è utile disporre di coloranti specifici per meglio apprezzarne le peculiarità. Rost, nel 1995, ha ben descritto la fluorescenza prodotta dalla fluoresceina sodica eccitata con luce ultravioletta (1). Precedentemente altri Autori avevano riscontrato che i tessuti dentali umani emettono fluorescenza se irradiati con luce ultravioletta o luce blu (2-8).

A Fukushima si deve la scoperta che la fluorescenza della dentina umana si ottiene con un picco di emissione di energia luminosa di circa 520 nm (8). Pretty et al. (2003) hanno comparato l'intensità della fluorescenza della dentina cariata con quella prodotta da dentina non cariata (9). Nallapati e Glassman (2003) hanno valutato l'utilità del colorante oftalmico fluoresceina sodica nel reperire gli orifizi dei canali radicolari, ritenendolo erroneamente ausilio valido e consigliabile e suggerendone l'uso routinario in endodonzia, specie in caso di canali atresici (10).

Partendo da questo lavoro, abbiamo valutato criticamente l'utilizzo della fluoresceina sodica nel facilitare il reperimento di imbocchi canalari "difficili".

Fluoresceina sodica

Il colorante oftalmico *fluoresceina sodica* viene attualmente utilizzato in diverse procedure diagnostiche oculistiche: per localizzare aree danneggiate da un trauma o da malattie della cornea, nell'edema papillare, nella retinopatia diabetica, nella retinopatia ipertensiva, nella malattia di Takayasu, nell'ematoma della coroide, nel melanoma della coroide, nella coroidoretinite centrale sierosa, nella malattia di Harada, nella sindrome di Behçet, nella sarcoidosi, nella retinite pigmentosa, nelle degenerazioni maculari e nelle angiomatosi retiniche (11). Tale colorante è utilizzato inoltre per lo studio del sistema naso-lacrimale, per la determinazione del tempo di dissoluzione lacrimale, in angiografia, per localizzare corpi estranei

non epitellizzati e discriminare i punti di pressione delle lenti a contatto (12).

La fluoresceina sodica o resorcinolfaleina (Fig. 1) è una polvere rossa microcristallina, usata in idrologia per lo studio di acque sotterranee, che sciolta in acqua assume una colorazione giallo-rossa e mostra, quando la soluzione è neutra o alcalina, un'intensa fluorescenza giallo-verde, anche a bassa

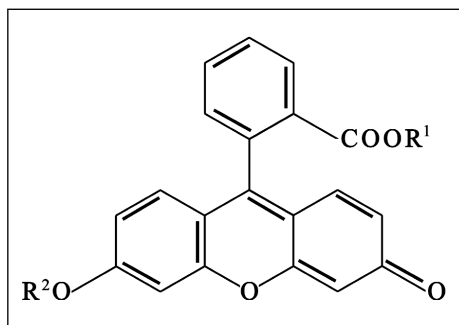


Fig. 1 - Formula strutturale della fluoresceina sodica.

concentrazione. Per fluorescenza s'intende una emissione di luce da parte di alcuni corpi, dovuta all'assorbimento di date reazioni eccitatrici, che dura soltanto finché si mantiene l'eccitazione. A pH 7.4, la lunghezza d'onda ottimale per attivare la fluoresceina è di circa 465 nm (blu) e la lunghezza d'onda della fluorescenza emessa varia da 495 a 600 nm, con una punta massima a 520-525 nm (verde) (Fig. 2). La fluoresceina sodica è termostabile e non possiede particolari effetti farmacologici.

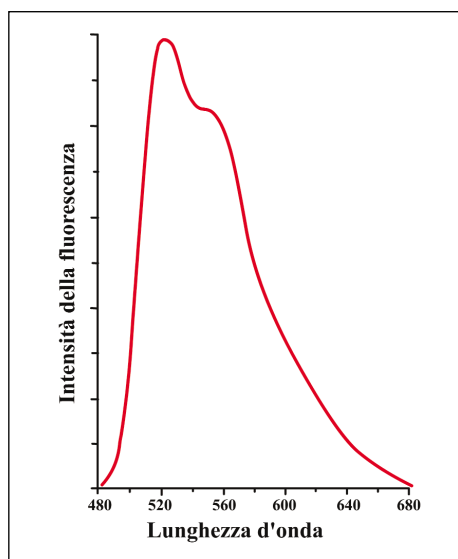


Fig. 2 - Intensità della fluorescenza in funzione della lunghezza d'onda (λ) espressa in nanometri (nm).

In commercio si presenta come una soluzione trasparente arancione-rossa, venduta in confezioni da 10 unità di collirio sterile monodose. Ciascuna unità contiene approssimativamente 0,5 ml di prodotto (Fig. 3). È commercializzata anche in strisce singole che vanno attivate mediante immersione in una bacinella contenente acqua sterile o alcool al 90% (Fig. 4). Non vi sono serie con-



Fig. 3 - Confezioni da dieci unità di collirio sterile monodose.



Fig. 4 - Strisce di fluoresceina sodica da attivare mediante immersione in acqua sterile o in alcool al 90%.

troindicazioni all'utilizzo topico, tranne una possibile, benché assai rara, ipersensibilità al prodotto.

Sull'utilizzo dei coloranti oftalmici e in particolare della fluoresceina in ambito odontoiatrico esistono solo pochi riferimenti bibliografici legati alla rilevazione dell'autofluorescenza tipica dei tessuti duri del dente (13,14), a indagini sulla micromorfologia dentale (15) e sulla progressione della carie (16-18), a studi sperimentali sulla rimineralizzazione della dentina (19). Mediante spettroscopia con fluorescenza indotta da raggi ultravioletti, si è altresì analizzata la capacità sigillante di alcuni cementi per otturazione canalare (20).

Tutte le indagini che utilizzano la fluoresceina sodica si basano sul principio della fluorescenza. La luce visibile è una forma di energia radiante con lunghezza d'onda compresa tra circa 400 nm, percepita come luce blu, e 680 nm, percepita come luce rossa. Benché venga irraggiata in fasci apparentemente continui, l'energia luminosa in realtà fluisce in unità discrete, chiamate fotoni. I fotoni di un raggio di luce contengono una quantità di energia inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda della luce stessa. Quanto più è corta la lunghezza d'onda, tanto maggiore è l'energia del fotone corrispondente.

La luce è assorbita da elettroni che occupano determinati orbitali nelle molecole dei pigmenti. Al buio o in seguito all'esposizione alla luce di una lunghezza d'onda non assorbita dalla molecola, questi elettroni occupano orbitali a livelli energetici relativamente bassi, indicati come "stato fondamentale". Se un elettrone assorbe l'energia di un fotone, si sposta su di un nuovo orbitale, ad un livello energetico più elevato. Quando si trova sul nuovo orbitale, che è più distante dal nucleo atomico, l'elettrone si eccita. La differenza nei livelli energetici tra gli orbitali dello stato fondamentale e quelli dello stato eccitato è esattamente equivalente all'energia contenuta nel fotone di luce assorbito. Lo "stato eccitato" è talmente instabile che un elettrone può rimanervi solo per un milionesimo di secondo o anche meno. Il ritorno allo stato fondamentale può avvenire attraverso diverse vie. L'elettrone eccitato può semplicemente ricadere allo stato fondamentale, rilasciando tutta l'energia assorbita sotto forma di calore oppure in parte sotto forma di calore ed in parte sotto forma di luce (Fig. 5). La fluorescenza viene emessa entro i 10^{-8} secondi susseguenti all'eccitazione, quindi può considerarsi pressoché contemporanea ad essa.

MATERIALI E METODI

Al fine di valutare l'utilità della fluoresceina sodica in endodonzia e di stabilire quale sia la concentrazione più adeguata a svelare l'imbocco di canali atresici, abbiamo esaminato l'interazione colorante oftalmico-tessuto pulpare, utilizzando le seguenti quattro differenti concentrazioni: 2%, 1%, 0.8%, 0.5%. Le concentrazioni al 2% e all'1% esistono in commercio sotto forma di soluzione trasparente arancione-rossa, venduta in confezioni da dieci unità di collirio sterile

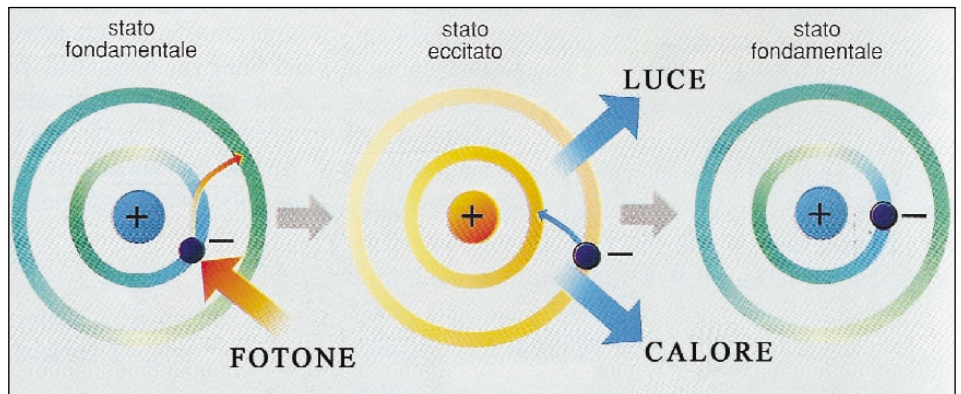


Fig. 5 - Schema del passaggio tra stato fondamentale, stato eccitato e ritorno allo stato fondamentale in seguito all'interazione fotone-materia.

monodose. Per avere la concentrazione allo 0.8%, quattro gocce di fluoresceina sodica all'1% sono state diluite in due gocce di acqua distillata sterile. La soluzione così ottenuta è stata poi titolata chimicamente, per essere certi di avere ottenuto la concentrazione desiderata. Per ottenere la concentrazione allo 0.5 %, sono state diluite quattro gocce di fluoresceina sodica in quattro gocce di acqua distillata sterile. La soluzione così ottenuta è stata poi titolata chimicamente, prima di essere posizionata in camera pulpare. Nella presente sperimentazione non abbiamo utilizzato le strisce di fluoresceina sodica perché non si prestano agli scopi endodontici, tendendo facilmente a sbavare anche se ridotte in punta.

Sedici elementi dentali vitali appena estratti per disodontiasi o per motivi ortodontici sono stati casualmente divisi in 4 gruppi, costituiti ciascuno da 4 denti. Ottenuto un accesso rettilineo, si sono applicate, mediante siringa da insulina, due gocce della soluzione di fluoresceina sodica al 2% nei denti del gruppo A, due gocce della soluzione all'1% nei quattro denti del gruppo B, un'eguale quantità di soluzione allo 0.8% negli elementi del gruppo C e, infine, due gocce della soluzione allo 0.5% ai quattro denti del gruppo D.

Dopo circa 20 secondi si è aspirato l'eccesso di colorante e si è illuminata la camera pulpare con la luce blu di una lampada per fotopolimerizzazione (Mini LED Satelec, Francia), in modo da rilevare l'eventuale fluorescenza verde brillante emessa dal tessuto pulpare che ha assorbito il colorante. Si è quindi rimossa la polpa radicolare con strumentazione manuale, mediante lime K-Files numero 10, 15, 20, dopo aver effettuato il sondaggio di percorribilità. Si è nuovamente illuminato il campo con la lampada LED,

allo scopo di evidenziare l'eventuale fluorescenza residua. Quindi si è portata a termine la fase di sagomatura utilizzando gli strumenti rotanti in Ni-Ti M_{two} , secondo la sequenza operativa 10/.04, 15/.05, 20/.06, 25/.06, alternando ipoclorito di sodio al 5% e Glyde. Ultimata la sagomatura e asportata quindi tutta la polpa dentale, abbiamo nuovamente introdotto due gocce di fluoresceina sodica allo scopo di verificare se la luce della lampada LED producesse ancora emissione di fluorescenza e in quale intensità. La documentazione fotografica è stata acquisita con la fotocamera digitale Nikon Coolpix 4500.

RISULTATI

Le prime esperienze sono state condotte su denti vitali da poco estratti, utilizzando poche gocce del colorante oftalmico all'1%. Aperta la camera pulpare si è osservata la polpa presente (Fig. 6). Mediante siringa per insulina si sono introdotte due gocce di fluoresceina sodica all'1% in camera (Fig. 7). Attivando la lampada fotopolimerizzatrice si è immediatamente ottenuta una fluorescenza verde brillante (Fig. 8). Si è quindi rimossa la polpa camerale e si è effettuato il sondaggio canale mediante K-File n. 10, 15, 20 (Fig. 9). Si è completata la sagomatura endodontica adoperando gli strumenti in nichel-titanio M_{two} , azionati alla velocità di 300 rpm (Fig. 10).

Rimosso completamente il contenuto del cavo pulpo-radicolare, si è voluto verificare l'effetto di un nuovo modesto apporto di fluoresceina sodica all'1% (Fig. 11). A canale vuoto, la luce blu della lampada LED ha svelato una fluorescenza residua alquan-



Fig. 6 - Immagine di un molare superiore dopo apertura della camera pulpare e prima dell'asportazione della polpa.



Fig. 7 - La camera pulpare è stata bagnata con due gocce di fluoresceina sodica all'1%.

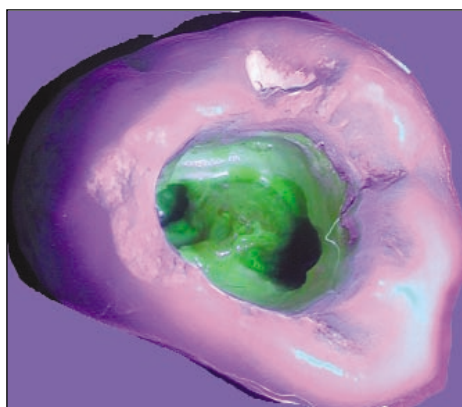


Fig. 8 - Venendo a contatto con il contenuto del cavo pulpo-radicolare la fluoresceina sodica all'1%, se illuminata con una lampada fotopolimerizzatrice, produce una fluorescenza verde brillante.

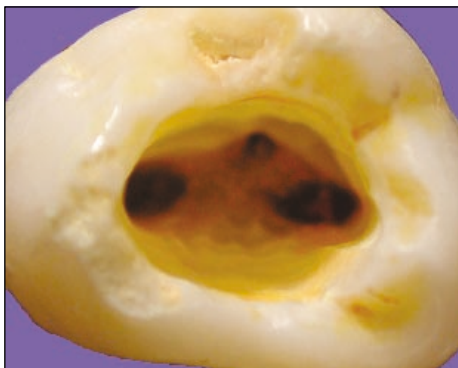


Fig. 9 - Aspetto degli imbocchi canalari dopo rimozione della polpa camerale e sondaggio canalare mediante K-File 10, 15, 20.



Fig. 10 - Immagine del molare superiore delle figure precedenti dopo sagomatura effettuata con gli M_{two} e deiezione con ipoclorito di sodio e Glyde.

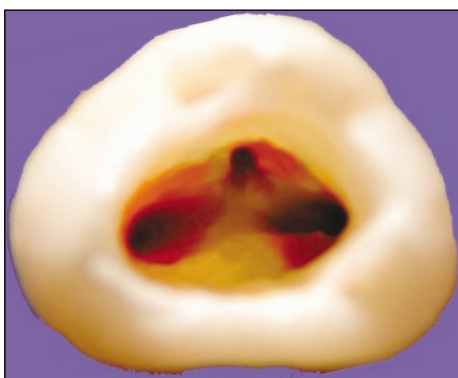


Fig. 11 - Rimosso completamente il contenuto del cavo pulpo-radicolare, mediante una siringa da insulina si bagna con una microgoccia l'ingresso di ogni canale radicolare.

to minore rispetto a quella registrata quando ancora era presente la polpa (Fig. 12). Tale viraggio al verde della soluzione rossastra di fluoresceina sodica all'1% sembra di-

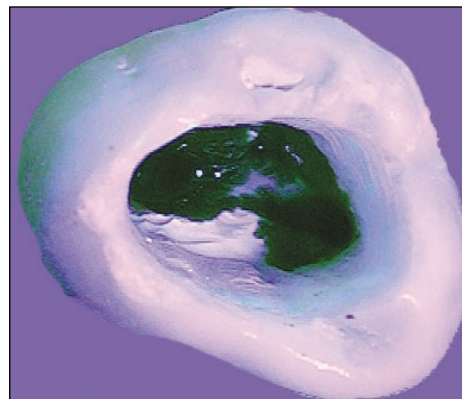


Fig. 12 - A sagomatura ultimata, la luce blu della lampada evidenzia ancora una notevole fluorescenza dipendente dall'avvenuto ripetuto contatto tra il colorante oftalmico e la dentina.

pendere dal ripetuto contatto tra il colorante oftalmico e lo spazio endodontico anche privo di polpa e dalla relativamente elevata quantità adoperata. La particolare lunghezza d'onda della lampada fotopolimerizzatrice attiva la soluzione fluorescente, colorando di verde il lume canalare.

Le immagini ottenute sugli elementi dentali bagnati con poche gocce di fluoresceina sodica al 2% non consentono di evidenziare alcuna significativa fluorescenza, risultando la concentrazione al 2% poco adatta agli scopi endodontici (Figg. 13-15).

Le concentrazioni allo 0.8% (Figg. 16-18) e allo 0.5% (Figg. 19-21) hanno invece garantito una fluorescenza più spiccata e hanno così consentito di meglio evidenziare i residui pulpari ancora presenti (Figg. 17-20), ma anche di ben colorare comunque lo spazio endodontico ormai sagomato e quindi

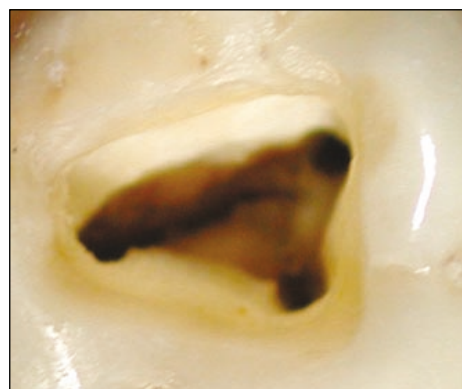


Fig. 13 - Aspetto degli imbocchi canalari di un molare superiore dopo rimozione della polpa camerale e sagomatura con gli M_{two} .



Fig. 14 - Immagine della camera pulpare bagnata con fluoresceina sodica al 2%.

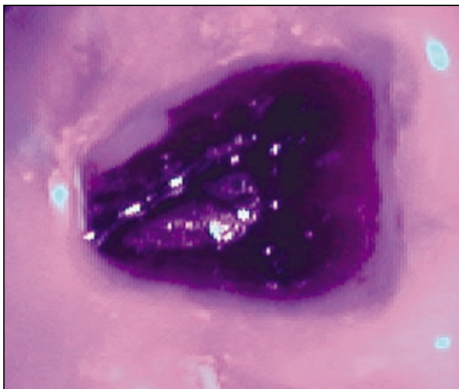


Fig. 15 - A sagomatura ultimata, la luce blu della lampada LED non evidenzia significativa fluorescenza utilizzando concentrazioni di fluoresceina sodica al 2%. Il colorante oftalmico mantiene la sua tinta rosso scuro.

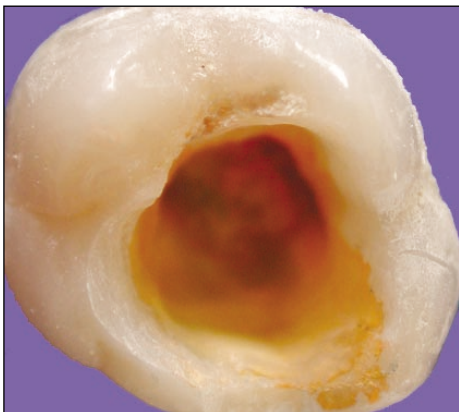


Fig. 16 - Appena aperta la cavità d'accesso, la fluoresceina sodica allo 0.8 % permea la polpa presente.

privo di ogni residuo pulpare. Infatti, ultimata la sagomatura meccanica con tecnica simultanea, due gocce di fluoresceina sodica

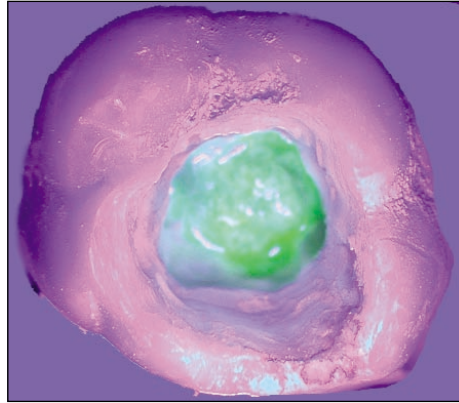


Fig. 17 - La lampada fotopolimerizzatrice svela una modesta fluorescenza verde chiaro al fondo della camera pulpare.

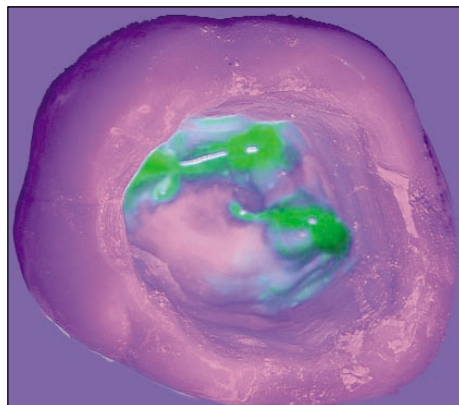


Fig. 18 - A sagomatura ultimata e polpa completamente eliminata, un secondo apporto di fluoresceina sodica allo 0.8% mostra ancora una debole fluorescenza dovuta all'interazione fluoresceina sodica-fonte luminosa.

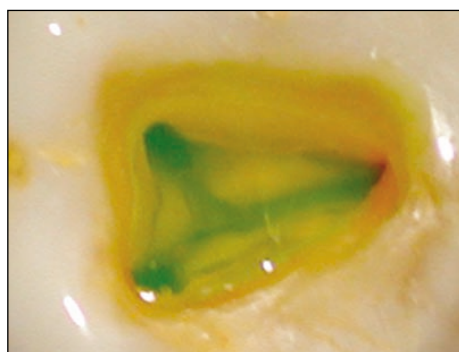


Fig. 19 - Minime quantità di fluoresceina sodica allo 0.5% a contatto con il contenuto del cavo pulpo-radicolare.

ca hanno bagnato il lume canalare ormai privo di residui pulpari, svelando anche in questi casi una significativa e inattesa fluorescenza (Figg. 18 e 21).

Le esperienze condotte *in vivo* hanno confermato quanto rilevato *in vitro*.

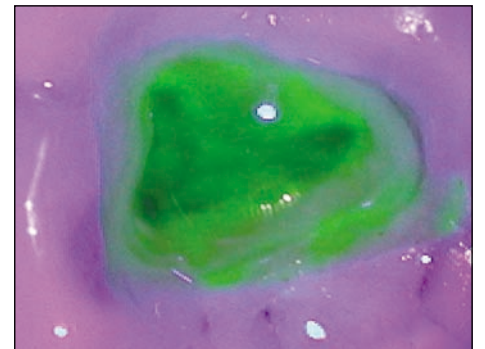


Fig. 20 - La lampada fotopolimerizzatrice rivela una spiccata fluorescenza in presenza di residui pulpari. Anche le pareti della camera accidentalmente bagnate da minime quantità del colorante oftalmico emettono fluorescenza.

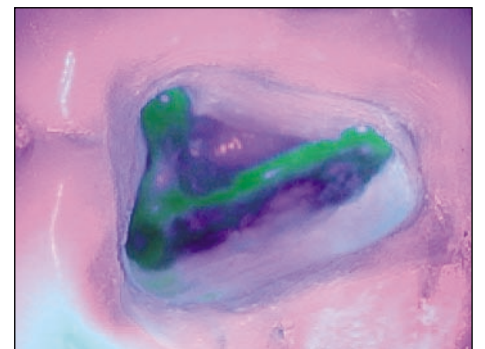


Fig. 21 - Anche in questo caso, a sagomatura ultimata, un secondo apporto di fluoresceina sodica allo 0,5% svela una significativa fluorescenza, indice dell'interazione tra colorante oftalmico opportunamente diluito e fonte luminosa e non della presenza di polpa dentale.

DISCUSSIONE

La fluorescenza, per definizione, è la proprietà di alcune sostanze (fluoresceina sodica ed altre) che, colpite da una radiazione, riemettono con brevissimo ritardo altre radiazioni la cui lunghezza d'onda dipende da quella della radiazione eccitante e dalla natura della so-

stanza eccitata. La fluorescenza è regolata dalla legge di Stokes, che è un caso particolare della legge dei quanti di Planck. Secondo Planck l'energia delle onde elettromagnetiche, e quindi anche della luce, può esistere soltanto sotto forma di "pacchetti" discreti, definiti limitati o *quanti*, con il contenuto in energia di ogni pacchetto direttamente proporzionale alla frequenza corrispondente. In formula: $E = h \cdot \nu$. La costante di proporzionalità (h), detta costante di Planck, mette in rapporto diretto l'energia (E) con la frequenza (ν) della radiazione. I quanti, chiamati "particelle di luce" o "fotoni" (dal greco $\phi\omega\varsigma$ $\phi\omega\tau\omicron\varsigma$, *luce*), sono in realtà "corpuscoli" o "quantità definite" di energia elettromagnetica. Secondo la legge di Stokes, la lunghezza d'onda della radiazione di fluorescenza è sempre maggiore o tutt'al più eguale a quella della radiazione di eccitazione. Essa è, inoltre, caratteristica degli atomi o delle molecole di un corpo fluorescente.

L'emissione di fluorescenza presuppone due fasi successive:

- assorbimento della radiazione eccitatrice, col quale si accresce (eccitazione) di una quantità E l'energia dell'atomo o della molecola;
- diseccitazione, durante la quale l'energia E viene riemessa con una frequenza ν che soddisfa la relazione $E = h \nu = (h \cdot c / \lambda)$.

Questo ritorno allo stato non eccitato può però avvenire con un qualsiasi altro sistema di transizione. Secondo i casi, il rendimento in luce della fluorescenza varia quindi dall'1% al

100%. Nel caso di soluzioni di fluoresceina a diverse concentrazioni, la fluorescenza dipende dalle concentrazioni e appare proporzionale ad esse solo finché le concentrazioni sono assai piccole, non evidenziandosi a concentrazioni maggiori. La fluorescenza dipende altresì dalla potenza della fonte luminosa. Prendendo spunto da recenti dati di letteratura (10), volevamo stabilire quale fosse la concentrazione di fluoresceina sodica più adatta a svelare la polpa dentale presente all'imbocco di canali radicolari particolarmente "difficili", caratterizzati da abbondante deposizione di dentina terziaria. Abbiamo però scoperto che anche canali perfettamente detersi e sagomati con strumentazione meccanica, privi cioè d'ogni residuo pulpale, continuano ad emettere luce fluorescente, se bagnati con adeguate concentrazioni di fluoresceina sodica (1%, 0.8%, 0.5%) e se illuminati con opportuna sorgente luminosa. La fluorescenza di origine endodontica dipende quindi non tanto dalla presenza o meno di polpa dentale, quanto dall'interazione tra fotoni di opportuna lunghezza d'onda e sostanza fluorescente contenuta in un cavo.

CONCLUSIONI

In ambito endodontico, in relazione alla potenza delle lampade fotopolimerizzatrici oggi disponibili, solo concentrazioni assai

diluite di fluoresceina sodica consentono di ottenere la tipica fluorescenza verde brillante. Concentrazioni superiori all'1% non danno immagini sufficientemente contrastate, se illuminate con la luce blu delle comuni lampade per compositi. Abbiamo constatato che anche canali sicuramente privi di residui pulpari continuano ad emettere fluorescenza verde, se permeati con minime concentrazioni del colorante oftalmico e se illuminati con una lampada fotopolimerizzatrice. Pertanto, la fluorescenza riferita da altri Autori non dipende dall'entità del contenuto pulpale, ma consegue alla semplice interazione fluoresceina sodica – fonte luminosa. A nostro parere, la fluorescenza indotta da concentrazioni assai diluite del colorante oftalmico non svela quindi la presenza di residui pulpari e non indica conseguentemente la posizione degli imbocchi canalari in elementi dentari caratterizzati da abbondanti depositi di dentina terziaria.

L'interazione documentata appare aspecifica e non polpa-dipendente, risultando funzione della concentrazione del colorante e della potenza della fonte luminosa. Disponendo infatti di sorgenti luminose più potenti, anche le concentrazioni del 2%, di norma adoperate dagli oculisti, producono l'attesa fluorescenza, indipendentemente dal contenuto pulpale dello spazio endodontico. Pertanto, non appare utile né consigliabile l'utilizzo in endodonzia del colorante oftalmico fluoresceina sodica.

BIBLIOGRAFIA

1. Rost FWD. Autofluorescence in human and animal tissues. *Fluorescence Microscopy*. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge 1995: pp 1-15.
2. Benedict HC. A note on the fluorescence of teeth in ultra-violet rays. *Science* 1928;67:442-48.
3. Laurila UR, Mancewicz SA, Forziati AF. Isolation and fractionation of fluorescent material from human teeth. *J Dental Res* 1960;39:714-17.
4. Armstrong WG. Fluorescence characteristics of sound and carious human dentine preparations. *Archs Oral Biol* 1963;8:79-90.
5. Horibe H, Katsura S, Fujimori K, Yamada M. Multiple distribution of the fluorescence in human teeth. *Acta Histochem Cytochem* 1974;7:334-41.
6. Foreman PC. The excitation and emission spectra of fluorescent components of human dentine. *Archs Oral Biol* 1980;25:641-47.
7. Nishigori K, Yamashita S, Yamada MO. A biophysical study on human teeth by microspectrometry and microfluorometry. *Acta Histochem Cytochem* 1986;19:277-87.
8. Fukushima Y, Araki T, Yamada MO. Topography of fluorescence and its possible composites in human teeth. *Cellular and Molecular Biology* 1987;33:725-36.
9. Pretty IA, Ingram GS, Agalamanyi EA, Edgar WM, Higham SM. The use of fluorescein enhanced quantitative light-induced fluorescence to monitor de- and remineralization of in vitro root caries. *J Oral Rehabil* 2003; 30:1151-156.
10. Nallapati S, Glassman G. Use of ophthalmic dyes in root canal location. *Oral Health* 2003;4:10-14.
11. Taraprasad Das, Vasumathy Vedantham. Intravital sodium fluorescein enhances visualization of clear vitreous during vitreous surgery for macular hole: a safety and efficacy study. *Clin Exp Ophthalmol* 2004;32:55-57.
12. Rovati L, Docchio F. Autofluorescence methods in ophthalmology. *J Biomed Opt* 2004;9:9-21.
13. Hanafusa N, Araki T, Hirota K, Kawata T. Changes of fluorescence characteristics by aging in human teeth. *J Oral Biol* 1990;32:575-583.
14. Matsumoto H, Kitamura S, Araki T. Autofluorescence in human dentine in relation to age, tooth type and temperature measured by nanosecond time-resolved fluorescence microscopy. *Arch Oral Biol* 1999;44:309-318.
15. Yoshida K, Yoshida N, Ejiri S, Iwaku M, Ozawa H. Odontoblast processes in human dentin revealed by flu-

- orescence labeling and transmission electron microscopy. *Histochem Cell Biol* 2002;118:205-12.
16. Van der Veen MH, Tsuda H, Arends J, Ten Bosch JJ. Evaluation of sodium fluorescein for quantitative diagnosis of root caries. *J Dent Res* 1996;75:588-93.
17. Hibst R, Gall R. Development of a diode laser-based fluorescence caries detector. *Caries Res* 1998;32:294-98.
18. Rousseau C, Vaidya S, Creanor SL, Hall AF, Girkin JM, Whitters CJ, Strang R, McHugh S. The effect of dentine on fluorescence measurements of enamel lesions in vitro. *Caries Res* 2002;36:381-85.
19. Ferreira Zandona AG, Kleinrichert T, Analoui M, Schemehorn BR, Eckert GJ, Stookey GK. Effect of two fluorescent dyes on colour of restorative materials. *Am J Dent* 1997;10:203-07.
20. Sunde PT, Olsen I, Gobel UB, Thugarten D, Winter S, Debelian GJ, Tronstad L, Moter A. Fluorescence in situ hybridization (FISH) for direct visualization of bacteria in periapical lesions of asymptomatic root-filled teeth. *Microbiology* 2003;149:1095-1102.