

* Roberto Gerosa
* Giovanni Marzari
** Jim Bachal

*Università degli Studi di Verona
Dipartimento di Endodonzia
Responsabile: Prof. Giacomo Cavalleri
** Università di Chicago
Dipartimento di Endodonzia

Corrispondenza:
Dott. Roberto Gerosa
Università degli Studi di Verona
Clinica Odontoiatrica
Dipartimento di Endodonzia
Via delle Menegone, 1
37126 Verona

Fibre ottiche in endodonzia: il sistema Orascope

Optical fibers in endodontics: the Orascope system

RIASSUNTO

L'evoluzione tecnologica degli ultimi anni non ha solo portato all'introduzione di nuove tecniche e nuovi strumenti per la preparazione del sistema endodontico, ma ha reso anche possibile il miglioramento della visione del campo di lavoro dell'endodontista.

Il sistema Orascope composto di due manipoli, una fonte luminosa, un processore digitale d'immagine ed un sistema di visione (monitor o FMD) permette di valutare direttamente il sistema canalare e camerale dell'endodonto con un campo focale simile a quello dell'occhio umano, di variare semplicemente l'angolo visivo e di ottenere, infine, un'ottima risoluzione.

Il sistema presenta numerosi vantaggi rispetto alle altre tecniche d'ingrandimento attualmente disponibili, compreso il microscopio operatorio, al quale tuttavia non va a sostituirsi, bensì ad affiancarsi durante le fasi cliniche del trattamento endodontico e durante la ricerca scientifica.

L'Orascope dà la possibilità di una visione completamente nuova dell'endodonto, permettendo di avere informazioni utili per la diagnosi della patologia endodontica e consentendo di evidenziare le cause di fallimento di precedenti terapie fino ad oggi non valutabili direttamente *in vivo*. Inoltre, si deve considerare che la curva d'apprendimento risulta essere più breve di quella riscontrata durante l'uso del microscopio clinico.

Parole chiave:

Orascope, sistemi d'ingrandimento, fibre ottiche.

new techniques and instruments for root canal preparation and the possibility to directly see treatment results. Improvements in the magnifying lenses on the clinical microscope made an important contribution to improve both research and therapeutic techniques.

Optical fibers opened new doors toward revolutionizing modern endodontics by increasing the quality standards of treatment through their offering the dentist the possibility of getting a direct view of the entire treatment area. The shift of endodontics toward the field of microsurgery, and therefore toward the need to "turn on the lights" to get a clear view of the operative field, began with the introduction of magnifying lenses and more powerful lighting systems up to the arrival of the clinical microscope.

Though the clinical microscope was introduced to dentistry as far back as 1977, it was Carr who defined the techniques used in endodontics in 1992; and although endoscopy has been used in medicine since the '50s, the first attempts at using it in endodontics were done by Detsch et al. in 1979.

They used endoscopy as an aid in diagnosing dental fractures.

Endoscopic techniques using rod lenses both in orthograde and surgical endodontics, were first applied in 1996 by Heid et al. And Shulman and Lueng.

In 1997 Bachall et al. described an endoscopic technique that could be used in endodontic surgery.

The Orascope system comprises two handpieces, a light source, a digital imaging processor and a display system (monitor or FMD), which enables the dentist to examine the root canal and endodontic chambers closely and in detail with a focal field similar to that of the human eye, as well as to change the angle of vision and get optimal image resolution.

This system has numerous advantages compared to other magnification techniques, even that of the clinical microscope, which, however, the Orascope it

is not meant to replace but complement it during clinical stages of endodontic treatment; scientific research has also greatly benefited.

With Orascope the dentist has an entirely new view of root canals, which enables him/her to assess etiological causes of earlier treatment failures, both of which were impossible until now *in vivo*. However must be kept in mind that the curve under scrutiny appears shorter than that found using a clinical microscope.

Key words:

Orascope, magnification techniques, fiber optics.

INTRODUZIONE

Durante gli ultimi quarant'anni l'evoluzione tecnologica e la ricerca hanno prediletto nuove tecniche e nuovi strumenti per la preparazione del sistema canalare senza concentrarsi sulla possibilità di dare all'operatore una visione diretta del proprio trattamento. L'evoluzione dalle lenti d'ingrandimento al microscopio clinico ha reso possibile un importante miglioramento, sia della ricerca, sia delle tecniche terapeutiche.

Le fibre ottiche aprono la strada, a loro volta, per una nuova rivoluzione nell'endodonzia moderna, aumentando gli standard qualitativi dei trattamenti grazie alla possibilità che offrono all'operatore di valutare interamente e direttamente il proprio operato. La transizione dell'endodonzia verso una branca microchirurgica e quindi la necessità per gli operatori di "accendere la luce" (1) per avere una buona visione del campo operatorio, ha avuto inizio con l'introduzione di lenti d'ingrandimento e sistemi d'illuminazione più potenti, fino ad arrivare all'uso del microscopio clinico.

Nonostante l'uso del microscopio clinico sia stato introdotto in odontoiatria già nel 1977 (2), fu Carr (3) a definirne

ABSTRACT

Over the past forty years, advanced technology and research have given us

le tecniche d'uso in endodonzia nel 1992. Nonostante l'uso dell'endoscopia in medicina risalga agli anni '50, i primi tentativi d'applicazione di questa tecnica in endodonzia sono stati riportati da Detsch et al. nel 1979 (4). Questi utilizzavano l'endoscopia come ausilio alla diagnosi di fratture dentali. L'applicazione della tecnica endoscopica con lenti a bacchetta, sia in endodonzia ortograde che chirurgica, è stata riportata per la prima volta nel 1996 da Held et al. (5) e Shulman e Leung (6). Bahcall et al. (7) hanno descritto, nel 1997, una tecnica endoscopica che trova applicazione in endodonzia chirurgica.

Descrizione del sistema Orascope

L'introduzione del sistema a lente unica combinato ad un processore grafico d'immagine all'interno d'una telecamera digitale permette alle fibre ottiche di offrire un'immagine precisa e dettagliata, sia intra che extra canale (Fig. 1).

L'endodontista ha oggi a disposizione un sistema composto di due manipoli a testa flessibile di diverso diametro che hanno al loro interno sia fibre luminose sia fibre ottiche che trasmettono l'immagine (Figg. 2-3). Le fibre luminose portano la luce creata da un generatore di luce separato che permette di impostare diverse intensità di luce. Questa luce permette di illuminare correttamente il campo visivo; le immagini vengono catturate dalle fibre ottiche di trasmissione d'immagine e portate alla telecamera digitale per essere processate ed eventualmente registrate, la visualizzazione finale avviene su un monitor in tempo reale.

Manipoli a fibre ottiche

Attualmente sono disponibili due diametri di manipoli a fibre ottiche flessibili utilizzate in endodonzia: 0.7 mm e 1.8 mm. (Figg. 4-5).

Il manipolo da 1.8 mm (Fig. 5) è formato da 30.000 fibre parallele, mentre quello da 0.7 mm (Fig. 4) ha 10.000 fibre parallele. Ciascuna fibra ottica di trasmissione visiva ha un diametro compreso tra 3.7 μ m e 5.0 μ m (8).

Le fibre ottiche di trasmissione sono circondate da un anello di fibre ottiche per l'illuminazione più grande (Figg. 2-3). Il manipolo da 1.8 mm (Fig. 5) è utilizza-

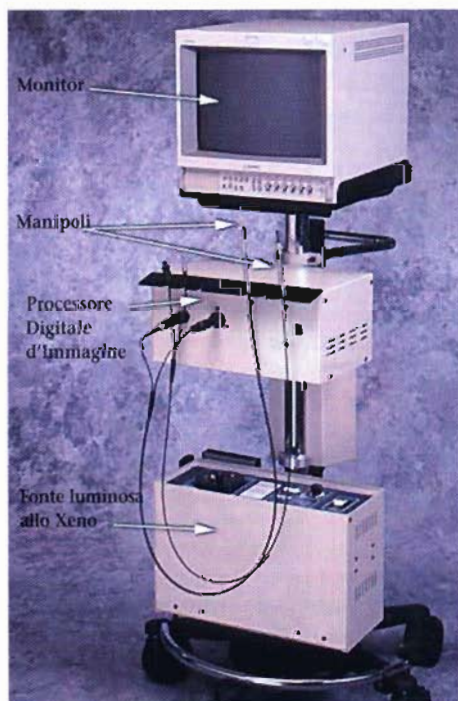


Fig. 1 - Il sistema Orascope.
Fig. 1 - The Orascope system.

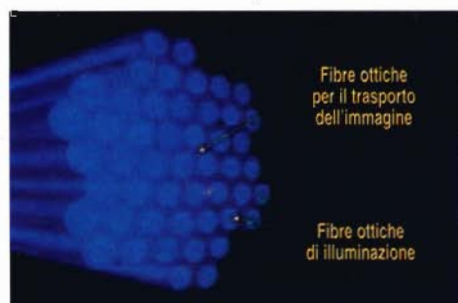


Fig. 2 - Schema di composizione del manipolo a fibre ottiche.
Fig. 2 - Structural arrangement of a fiber optic handpiece.

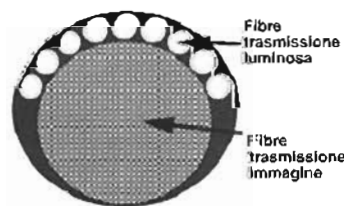


Fig. 3 - Sezione trasversale di un manipolo a fibre ottiche.
Fig. 3 - Cross section of a fiber optic handpiece.

to per la visione del campo operatorio in chirurgia endodontica e per la visualizzazione della camera pulpare, poiché può operare in ambienti umidi o addirittura sotto irrigazione continua d'ac-

qua (come, ad esempio, quando si utilizzano apparecchiature ad ultrasuoni), mentre il manipolo da 0.7 è impiegato per la visione intracanalare (Fig. 4). Permettono quindi la visione completa della morfologia del sistema canale e la valutazione diretta della preparazione canalare.

La visione completa intracanalare è resa possibile dal diametro uniforme (non conico) del manipolo da 0.7 mm, dalla sua parte terminale flessibile e angolata di 30° e dalle lenti che permettono una profondità di campo da 1 mm ad infinito.

Fonte luminosa

Il sistema è corredato da una doppia fonte luminosa allo Xeno.

Lo Xeno permette di ottenere la migliore temperatura di colore della luce, in modo da fornire una corretta visione.

La fonte luminosa è doppia per permettere all'operatore di non interrompere il trattamento in caso di malfunzionamento di una lampada.

Processore grafico digitale

Le immagini sono trasferite da fasci di fibre che, alla massima risoluzione, possono creare una frammentazione dell'immagine, che renderebbe difficoltoso o addirittura impossibile il riconoscimento da parte dell'operatore d'importanti dettagli, come una microfrattura radicolare.

Il processore grafico d'immagine processando e digitalizzando in tempo reale le immagini provenienti dalle fibre ottiche elimina quest'effetto chiamato "pixelizzazione dell'immagine".

Monitor

Oggi sono disponibili monitor digitali TFT (Thin Film Transistor) che riducono lo spazio richiesto dall'apparecchiatura, possono essere spostati da un ambiente all'altro grazie al peso contenuto ed affaticano meno la vista dell'operatore. Da non trascurare la possibilità di poter avere il monitor ad una distanza ravvicinata per poter esaminare i dettagli e la possibilità di avere una corretta visione dell'immagine virtualmente da ogni angolazione (circa 160°). In alternativa al monitor è possibile utilizzare un nuovo sistema di visualizzazione dell'immagine: FMD (Face Mounted Display), ovvero visori ad occhiali digitali (Fig. 6).

Questo sistema permette di diminuire



Fig. 4 - Manipolo da 0.7 mm del sistema Orascope.
Fig. 4 - Orascope system 0.7 mm handpiece.

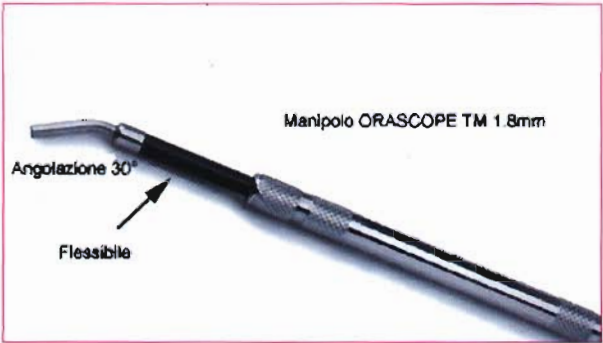


Fig. 5 - Manipolo da 1.8 mm del sistema Orascope.
Fig. 5 - Orascope system 1.8 mm handpiece.

ulteriormente la curva d'apprendimento nell'uso della tecnica orascopica, permettendo all'operatore di orientare lo sguardo nel modo più confortevole, facilitando ulteriormente la coordinazione manuale - visiva.

Gli FMD possono facilmente essere collegati al processore digitale d'immagine, in alternativa, o parallelamente al monitor o ad un videoregistratore. In questo modo è possibile, per chi assiste l'operatore, sia vedere il campo operatorio ingrandito, sia ottenere un documento filmato dell'intervento a scopi di ricerca o dimostrativi.

Questi visori permettono di visualizzare l'immagine riportata dal sistema a fibre ottiche, come se fosse osservata su di un monitor ad alta risoluzione da 52", posto a 2 metri di distanza.

Tutto questo in un peso di 85 grammi. Per diminuire l'ingombro ed il peso dei sistemi FMD, si ha l'opportunità di collegare il visore al processore d'immagine digitale via radio, eliminando quindi i fili di collegamento.

Grazie all'introduzione delle nuove lenti "free-shaped prism" (OLYMPUS TM) (Fig. 7), in sostituzione delle tradizionali



Fig. 6 - Eye track (Olympus TM) tipo FMD.
Fig. 6 - Eye track (Olympus TM) FMD.

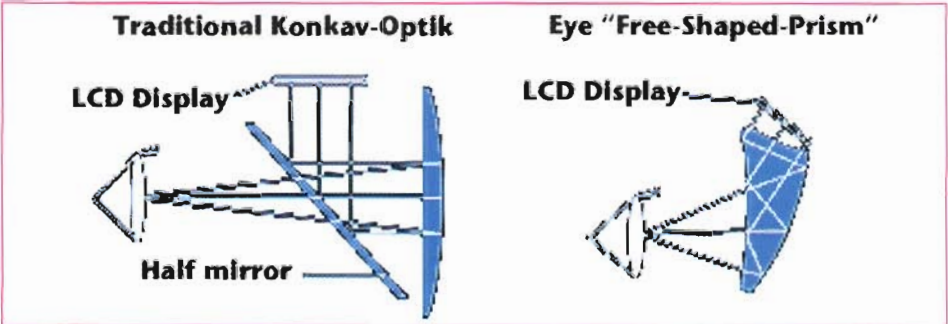


Fig. 7 - Confronto fra le lenti tradizionali concave e "Free Shaped Prism".
Fig. 7 - Traditional concave lenses compared with "Free Shaped Prism".



Fig. 4 bis - Visualizzazione dell'imbocco canalare mediante il manipolo da 0.7 mm.



Fig. 5 bis - Visualizzazione della camera pulpare mediante il manipolo da 1.8 mm.

lenti concave, è possibile oltre ad ottenere immagini di qualità superiore per luminosità e contrasto, anche indossare normali occhiali da vista durante l'uso del FMD.

Ingrandimento e contrasto

Il microscopio permette la visualizzazione di un campo che sia a circa 200-250 mm di distanza con un ingrandimento da 2x a 50x.

Le fibre ottiche riescono ad ingrandire un campo distante solo 2-3 mm portando il potere di ingrandimento a 50-100x.



Fig. 8 - Visualizzazione intracanalare con manipolo da 0,7mm.

Fig. 8 - Intracanal view with a .7mm handpiece.

Tuttavia un così importante potere d'ingrandimento non permette di valutare di per sé tutti i dettagli importanti necessari all'endodontista. Ciò è dovuto allo scarso contrasto di colore presente in particolar modo sulla superficie radicolare. La possibilità di distinguere i dettagli dipende dal contrasto; il *contrasto* viene definito come rendere qualche cosa distinta o specializzata. In altre parole, è tanto importante ingrandire quanto distinguere ciò che si sta osservando. Le numerose sfumature di bianco e giallo, presenti sulla superficie radicolare, potrebbero rendere difficoltosa la localizzazione del forame apicale o di una microfrattura anche sotto un importante ingrandimento. L'utilizzo del blu di metilene è stato da tempo introdotto in odontoiatria proprio allo scopo di distinguere le diverse strutture del cavo orale. La sua biocompatibilità e la mancanza d'effetti tossici rendono questa soluzione d'elezione per migliorare il contrasto durante i trattamenti endodontici.

Uso clinico del sistema Orascope

Tecnica oroscopica in endodonzia ortograde

È ormai comunemente accettato che l'endodonzia ortograde moderna ponga le sue fondamenta su tre pilastri per ottenere terapie di successo: detersione, sagomatura e obturazione tridimensionale del sistema canalare.

La possibilità di osservare direttamente l'interno dei canali permette ai ricercatori ed agli odontoiatri di capire meglio la terapia endodontica ortograde.

Utilizzando il manipolo flessibile ed angolato a fibre ottiche da 0,7 mm è ora possibile entrare all'interno del sistema canalare (Fig. 8).

Ciò permette al clinico di apprezzare la morfologia del sistema endodontico, di ricercare direttamente l'eziologia del processo patologico in atto e di valutare visivamente la preparazione dei canali.

Durante l'uso di questo manipolo, che è il più sottile, bisogna considerare due fattori per rendere la visione chiara e nitida. Come prima cosa è necessario asciugare il campo operatorio ed in particolar modo i canali con coni di carta prima di inserire le fibre ottiche. Questo passaggio si rende necessario in quanto l'ipoclorito di sodio ha un alto indice di rifrazione della luce; se non venisse eliminato dai canali rifletterebbe gran parte della luce, impedendo una corretta visione.

Il secondo aspetto da valutare è la possibilità che durante il passaggio dalla temperatura ambiente a quella del cavo orale, l'umidità presente nel campo operatorio possa condensarsi sulle lenti rendendo impossibile la visione. È quindi consigliato un passaggio graduale e la conservazione dello strumento ad una temperatura simile a quella corporea. Il manipolo flessibile ed angolato a fibre ottiche da 1.8 mm permette all'endodontista di visualizzare e localizzare i canali all'interno della camera pulpare (Fig. 9).

Questo manipolo permette di ingrandire meglio il pavimento della camera pulpare, rispetto agli occhiali ingrandenti, e di esaminare dettagliatamente la camera pulpare, variando l'angolo di visuale, cosa difficoltosa utilizzando un microscopio clinico, data la fissità di campo di quest'ultimo.

La possibilità di esaminare visivamente e direttamente il risultato ottenuto con



Fig. 9 - Uso del manipolo da 1,8mm all'imbocco della camera pulpare.

Fig. 9 - Use of the 1.8mm handpiece at the pulp chamber access.

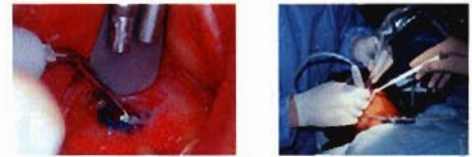


Fig. 10 - Utilizzo del manipolo da 1,8mm durante un intervento di chirurgia endodontica.

Fig. 10 - Use of the 1.8mm handpiece during endodontic surgery.

l'uso di un determinato strumento rende possibile ai ricercatori valutare *in vivo* le nuove tecniche ed i nuovi strumenti per l'alesatura del sistema endodontico.

Va tuttavia sottolineato il fatto che non è possibile introdurre contemporaneamente le fibre ottiche e lo strumento canalare, dato l'ingombro di entrambi all'interno del canale.

Le fibre ottiche in endodonzia ortograde vengono utilizzate, quindi, per valutare gli effetti della terapia ad ogni passaggio, dopo aver esaminato direttamente il sistema endodontico prima della terapia.

Tecnica oroscopica in endodonzia chirurgica

In endodonzia chirurgica l'uso del sistema a fibre ottiche, ed in particolare del manipolo da 1.8 mm, risulta utile sia per facilitare l'esecuzione delle procedure chirurgiche, sia per un approfondimento diagnostico, potendo aiutare l'endodontista a porre una diagnosi corretta ed a valutare il proprio operato. Durante l'intervento di chirurgia endodontica, l'ingrandimento fornito dalle fibre ottiche e la possibilità che offre il manipolo da 1.8 mm di operare contemporaneamente ad altri strumenti che lavorano sotto spray aria/acqua (frese, punte ad ultrasuoni), permettono all'odontoiatra di valutare in tempo reale la terapia che sta applicando, variando, secondo le necessità, l'inclinazione del manipolo e quindi dell'angolo visivo (Fig. 10).

Utilizzando sistemi di contrasto (ad esempio, blu di metilene) in associazione all'uso del manipolo da 1.8 mm, risulta più semplice individuare canali accessori non trattati o fratture verticali delle radici.

Alla fine del trattamento chirurgico è possibile valutare direttamente la de-

tersione ottenuta a livello apicale prima di apporre il materiale da otturazione. La tecnica oroscopica viene in aiuto dell'endodontista in particolar modo quando si vanno a valutare le cause dei fallimenti delle terapie endodontiche chirurgiche.

Il successo o il fallimento delle terapie chirurgiche in endodonzia sono stati talvolta imputati al materiale utilizzato durante l'otturazione retrograda. Senza poter valutare direttamente l'eziologia e le cause di molti casi d'insuccesso delle terapie endodontiche chirurgiche, spesso si è pensato che il materiale da otturazione retrograda, non garantendo un sigillo adeguato, permettesse alle tossine e ai batteri presenti nel sistema canalare di oltrepassare l'apice. Il ritrattamento in questi casi sarebbe consistito nella sostituzione del vecchio materiale, senza avere la possibilità di valutare l'esistenza di altri fattori eziologici.

L'oroscopia ha aiutato a cambiare questo processo cognitivo riguardo la chirurgia endodontica.

Attraverso l'uso delle fibre ottiche si può sia valutare il sigillo fornito dal materiale da otturazione, sia approfondire la ricerca di altre cause di fallimento della precedente terapia: istmi, canali laterali, ecc.

DISCUSSIONE

Sistemi a confronto

Orascopia vs microscopia clinica

Il primo aspetto da valutare è il campo visivo.

Il campo visivo che si ha utilizzando il microscopio clinico è fisso e non permette di cambiare prospettiva visiva. Al contrario, le fibre ottiche non hanno un campo visivo fisso ed orientando il manipolo è possibile variare l'angolo di visuale diretto, senza l'interposizione di uno specchietto odontoiatrico. Il microscopio, quindi, sia in visione diretta sia indiretta può portare l'operatore ad errori di valutazione del campo.

È importante valutare anche la profondità del campo visivo ed il fuoco.

La profondità del campo visivo dell'immagine ottenuta con le fibre ottiche si presenta molto simile a quella del-

l'occhio umano e la taratura del fuoco diventa così minima. Al contrario, il microscopio ottico necessita di nuove tarature del fuoco ogni qualvolta si aumenti il potere di ingrandimento o vi sia anche un minimo movimento da parte del paziente.

La profondità di campo del microscopio clinico diminuisce con l'aumentare del potere di ingrandimento, mentre l'utilizzo delle fibre ottiche permette una profondità di campo costante, riducendo notevolmente la necessità di taratura del fuoco.

Da non trascurare è il comfort dell'operatore.

La curva d'apprendimento per il microscopio clinico è piuttosto lunga, mentre l'immagine diretta, la variabilità dell'angolo visivo ed il fuoco costante rendono l'uso delle fibre ottiche praticamente automatico.

Durante i ritrattamenti o i trattamenti chirurgici si rende necessario l'uso di strumenti ad ultrasuoni. Mentre utilizzando il microscopio operatorio con l'ausilio dello specchietto, lo spray d'acqua si accumula facilmente sullo specchietto, rendendo necessaria l'interruzione del lavoro per asciugare il campo e quindi avere nuovamente una visione chiara, l'uso delle fibre ottiche con il manipolo da 1.8mm non richiede alcuna interruzione, visto che la visione rimane nitida anche in ambiente bagnato.

Orascopia vs videocamere intraorali

Nonostante all'occhio inesperto le telecamere intraorali appaiano simili ai sistemi a fibre ottiche questi due sistemi sono sostanzialmente differenti, in particolar modo per quel che riguarda le funzioni e le applicazioni. Le telecamere intraorali sono utilizzabili per l'educazione del paziente e la documentazione pre- e post-trattamento. Le fibre ottiche, d'altra parte, sono utilizzate per eseguire il trattamento.

La principale differenza è la risoluzione e quindi il dettaglio che l'immagine può fornire all'operatore.

La telecamera intraorale presenta una risoluzione di circa 150 linee, circa 1/7 se rapportate alle 850 linee di risoluzione delle fibre ottiche.

Limiti del sistema

Il sistema Orascope presenta alcuni limiti evidenti. Primo fra tutti l'impossi-

bilità del suo utilizzo in associazione a strumenti endodontici meccanici o manuali all'interno del canale radicolare. Di qui la difficoltà di valutare in tempo reale l'azione e l'effetto dello strumento canalare.

Un altro limite è rappresentato dall'impossibilità dell'utilizzo contemporaneo della fibra e di una punta ultrasonica, sempre all'interno del canale radicolare. Così come risulta complesso, nel caso delle perforazioni, il controllo del materiale attualmente più comunemente utilizzato, come l'MTA, nelle procedure di riparazione del danno iatrogeno.

CONCLUSIONI

Le fibre ottiche in odontoiatria rappresentano un ausilio all'approccio endodontico.

Gli endodontisti, utilizzando questa innovativa tecnologia, hanno la possibilità di vedere meglio il campo operatorio, potendo studiare in modo più approfondito l'eziologia dei processi patologici in atto e potendo valutare direttamente la qualità del proprio operato.

Con l'evoluzione ed il perfezionamento dei sistemi a fibre ottiche, l'operatore disporrà di un ulteriore sistema di controllo dell'esattezza della lunghezza di lavoro; utilizzando la visione diretta potrà valutare in tempo reale ogni passaggio del trattamento.

L'orascopia applicata alle terapie di endodonzia chirurgica permette di migliorare i trattamenti, grazie al miglioramento della visione del campo operatorio che dà la possibilità all'operatore di identificare e trattare le diverse cause della patologia endodontica.

La possibilità di vedere ciò che avviene all'interno dei canali può far sì che il trattamento venga ad incentrarsi sull'eziologia della patologia endodontica, in modo più efficace e sicuramente più diretto.

Anche nel campo della ricerca le fibre ottiche possono essere di notevole utilità, in particolare nella valutazione dell'efficacia di nuove tecniche e di nuovi materiali, in quanto permettono di effettuare una valutazione visiva in tem-

po reale dei risultati ottenuti.

La rivalutazione mediante le fibre ottiche di casi clinici sia trattati con terapie ortograde che chirurgiche, permetterà di aumentare le conoscenze riguardo le patologie endodontiche e le terapie in modo veloce ed efficace, permettendo di elevare gli "standard operativi" dell'endodonzia. Tale sistema rappresenta oggi un ulteriore ausilio, non un'alternativa, al microscopio operativo, che rimane lo strumento d'ingrandimento del campo operatorio d'elezione nella pratica endodontica.

BIBLIOGRAFIA

1. Bahcall J, Barss J. Orascope: endodontics' vision for the new millennium. *Dent Today*. 1999;18:66-71.
2. Baumann R. How may dentists benefit from the operating microscope? *Quintessence Int*. 1977; 5:17-18.
3. Carr G. Microscopes in endodontics. *J Calif Dent Assoc*. 1992; 20:55-61.
4. Detsch S, Cunningham W, Langloss J. Endoscopy as an aid to endodontic diagnosis. *J Endo*. 1979; 5:60-62.
5. Held S, Kao Y, Well D. Endoscope: an endodontic application. *J Endo*. 1996; 22:227-329.
6. Shulman B, Leung B. Endoscopic surgery: an alternative technique. *Dent Today*. 1996; 15:42-45.
7. Bahcall J, Di Fiore P, Poulakidas T. An endoscopic technique for endodontic surgery. *J Endo*. 1999; 25(2):132-135.
8. Bahcall J, Barss J. Fiber-optic endoscope use for intracanal visualization. *J Endo*. Vol 27, n°2 Feb 2001: 128-129.