

Massimo Amato
Pietro Ausiello
Gerarda Paladino
Ciro Della Corte
Paola Carratù

Università degli Studi di Napoli "Federico II"
Dipartimento di Scienze Odontostomatologiche
e Maxillo-Facciali
Direttore: Prof. Giorgio Valletta
Cattedra di Odontoiatria Conservatrice
Titolare: Prof. Sandro Rengo

Corrispondenza:
Dott. Massimo Amato
Università di Napoli "Federico II"
Istituto delle Discipline Odontostomatologiche
Via Pansini, 5 - 80131 Napoli
Tel. 081.7462089 - Fax 081.7462197

Valutazione comparativa al microscopio ottico sulla capacità di sigillo dei principali materiali da otturazione retrograda

Comparative optic microscope evaluation of the sealing capability of the more common retrograde filling materials

RIASSUNTO

La chirurgia endodontica ha come scopo l'ottenimento di un valido sigillo apicale in elementi dentari non trattabili in maniera congrua per via ortograde. In letteratura le percentuali di successo di questa tecnica chirurgica sono comprese tra il 40 ed il 90%, e questa grande differenza riscontrata nei vari lavori è dovuta alla differente preparazione degli operatori, al tipo di metodica operatoria scelta, al tipo di attrezzature utilizzate e non ultimi, ai materiali impiegati per ottenere il sigillo retrogrado.

Gli Autori si sono proposti di valutare *in vitro* con l'ausilio della microscopia ottica la capacità di sigillo dei principali materiali utilizzabili nell'otturazione retrograda. Sono state effettuate cavità retrograde di profondità e diametro standard su denti umani estratti di fresco e successivamente sono state otturate ognuna con uno dei materiali da testare. Dopo l'immersione in una soluzione colorante, ed il successivo lavaggio, i campioni, dopo essere stati sezionati longitudinalmente, sono stati osservati al microscopio ottico provvisto di oculare millimetrato.

Dei valori così ottenuti è stata fatta sia l'analisi statistica della varianza (ANOVA) che quella per confronti multipli (DUNCAN).

Dalle evidenze sperimentali e dall'analisi statistica si è evinto che *in vitro* esistono nette differenze di comportamento tra i materiali testati.

Parole chiave: Endodonzia chirurgica. Materiali per sigillo retrogrado.

devices and to the materials used to fill the retrograde cavities.

Materials and methods

The purpose of this work was to evaluate *in vitro* the sealing capability of the more common retrograde filling materials also using an optic microscope. Standardised in depth and diameter retrograde cavities were done in the apexes of human fresh extracted teeth. Each cavity was filled with one of the materials object of this work and then left in a dye solution. After that, each tooth was longitudinally dissected and observed through an optic microscope provided of a millimetric eyepiece.

Results

The measurements of the dye penetration (in mm) were statistically analysed using the ANOVA and the DUNCAN procedures. In the Duncan test was extract the square of the data in order to stabilise the variance. Conclusions: From the experimental and statistical data it results that *in vitro* there are significant differences between the behaviour of the materials tested.

Key words: Endodontic surgery.

Retrograde filling materials.

INTRODUZIONE

Lo scopo della chirurgia endodontica, è quello di fornire un sigillo a livello apicale in canali non otturati o già otturati in modo non adeguato (1).

È dimostrato, infatti, che alla base del fallimento di una terapia endodontica ortograde, se escludiamo l'errore di diagnosi, esiste sempre una porzione non detersa e/o non otturata del sistema dei canali radicolari e l'assenza di un sigillo apicale (2).

In questi casi la terapia di prima scelta è il ritrattamento per via ortograde: solo quando anche quest'ultimo dovesse fallire o essere d'impossibile realizzazione esiste una reale indicazione all'intervento chirurgico di retrograda (3).

In letteratura sono riportate percentuali molto variabili di successo dell'apicectomia e dell'otturazione retrograda oscillanti tra il 40 e il 90% (4-6).

Il successo della terapia chirurgica dipende dalla possibilità di eseguire una corretta cavità nella parte terminale del canale radicolare e di realizzare l'otturazione ermetica per via retrograda.

Le cause d'insuccesso sono molteplici, come il mancato coinvolgimento di un canale nella preparazione della cavità, l'esecuzione di una cavità non sufficientemente profonda o scarsamente ritentiva, o anche la creazione di una perforazione palatale o linguale.

Rivestono un ruolo importante anche la qualità dei materiali e la scelta delle metodiche per l'otturazione retrograda. Materiali non biocompatibili, una tecnica di otturazione inadeguata, e la condensazione insufficiente predispongono all'insuccesso (5-10).

Per questi motivi, nel corso degli ultimi anni vari materiali sono stati proposti ed utilizzati allo scopo di individuare quello dotato del maggior numero di caratteristiche "ideali" (11), in grado cioè di garantire un buon sigillo retrogrado (12,13). Inoltre, per motivi pratici, un materiale ideale dovrebbe essere facile da manipolare e radiopaco (14-21).

Scopo del nostro lavoro è stato quello di valutare *in vitro*, su elementi dentari estratti di fresco, la capacità di sigillo dei principali materiali dentari adoperati per l'otturazione retrograda. In particolare sono stati testati l'amalgama d'argento usata da sola, in associazione con una vernice di cavità, e con un sistema adesivo di ultima generazione specifico per questo materiale, le resine composite in associazione ai sistemi adesivi di ultima generazione, i cementi vetroionomerici, gli adesivi smalto dentali di ultima generazione, i compomeri ed un cemento all'ossido di zinco-eugenolo rinforzato con ossido di alluminio.

ABSTRACT

Introduction

The aim of the endodontic surgery is the achievement of a useful apical seal. It is important when the orthograde therapy is not possible. In the endodontic literature the success rate is shown to be between 40 and 90%. This great difference is due to the surgeons skill, to the methodology, to the

MATERIALI E METODI

Sono stati utilizzati 180 elementi dentari monoradicolati estratti di fresco e conservati in soluzione fisiologica. La corona di ciascun dente è stata eliminata mediante un microtomo (Isomet Low Speed Saw; Buehler, USA) a livello della giunzione amelo-cementizia.

Amato M, Ausiello P, Paladino G, Della Corte C, Carratù P. Valutazione comparativa al microscopio ottico sulla capacità di sigillo dei principali materiali da otturazione retrograda. *G It Endo* 1999; 2: 79-84

Su ognuno dei campioni è stata eseguita la detersione, l'alesaggio e l'otturazione del canale radicolare con guttaperca mediante la tecnica della condensazione laterale. È stata quindi effettuata l'apicectomia a 3 mm di distanza dall'apice anatomico, servendosi di una fresa diamantata cilindrica (Intensiv 314L) montata su un manipolo ad alta velocità, sezionando le radici perpendicolarmente al loro asse lungo. La superficie radicolare di tutti i campioni, eccetto quella di sezione, è stata poi rivestita con 3 strati di smalto acrilico trasparente per impedire la successiva penetrazione di colorante attraverso eventuali canali laterali o gli stessi tubuli dentinali.

Per un'iniziale verifica della capacità di sigillo della sola guttaperca, dai 180 campioni ne sono stati estratti a caso 15. Questi ultimi sono stati immersi per 24 ore in una soluzione contenente blu di metilene al 2% alla temperatura di 37°C. Successivamente, mediante un microtomo, sono state praticate due tacche longitudinali diametralmente opposte. Con uno scalpello si è proceduto a fratturare i campioni longitudinalmente grazie alle guide precedentemente eseguite. Con l'ausilio di uno stereomicroscopio (Zeiss SV6, Germany) provvisto di una fonte luminosa supplementare a fibre ottiche e di un oculare millimetrato, ad un ingrandimento di 2x si è potuto osservare un cospicuo passaggio di colorante attraverso l'interfaccia guttaperca-dentina canalare in tutti i 15 campioni esaminati.

Sui rimanenti 165 campioni si è proceduto alla preparazione della cavità retrograda servendosi di specifici inserti montati su una sorgente di ultrasuoni che fornisce 42.000 cicli al secondo (Spartan Ultrasonic Unit, EIE U.S.A.). Le cavità sono state eseguite sotto abbondante getto d'acqua e utilizzando l'unità ad ultrasuoni al 50% della potenza massima erogabile.

La preparazione ultrasonica della cavità retrograda ha consentito di ottenere piccole cavità perfettamente in asse con il canale radicolare, di profondità sufficiente (circa 3 mm) a garantire una buona ritenzione e a consentire un facile adattamento del materiale da otturazione retrograda (22).

Da questi 165 campioni, ne sono stati scelti a caso 15, che successivamente sono stati

ricoperti con 3 strati di smalto acrilico trasparente anche sulla superficie apicectomizzata.

I 15 campioni così isolati, sono stati anch'essi immersi per 24 ore in una soluzione contenente blu di metilene al 2% alla temperatura di 37°C.

Successivamente, anche in questo caso, mediante un microtomo, sono state praticate due tacche longitudinali diametralmente opposte. Con uno scalpello si è proceduto a fratturare i campioni longitudinalmente grazie alle guide precedentemente eseguite. Con l'ausilio di uno stereomicroscopio (Zeiss SV6, Germany) provvisto di una fonte luminosa supplementare a fibre ottiche e di un oculare millimetrato, ad un ingrandimento di 2x si è potuto osservare che lo smalto acrilico è totalmente impermeabile al colorante utilizzato.

Stabilito quindi che la sola guttaperca non è in grado di fornire un valido sigillo retrogrado, e che l'aggiunta di 3 strati di smalto acrilico trasparente fornisce un valido sigillo della superficie di ogni singolo campio-

ne, i rimanenti 150 denti sono stati suddivisi in 10 gruppi di 15 elementi ciascuno. Le cavità retrograde sono state otturate come segue:

Gruppo 1. i campioni sono stati otturati solo con amalgama d'argento priva di zinco (Tytin FC, Kerr) (Fig. 1);

Gruppo 2. dopo aver applicato due strati di vernice per cavità (Copalite, Bosworth Co.), si è proceduto all'otturazione della cavità retrograda con amalgama d'argento privo di zinco (Tytin FC, Kerr);

Gruppo 3. nei campioni di questo gruppo, l'otturazione della cavità retrograda con amalgama d'argento priva di zinco (Octight, Cavex) è stata preceduta dall'applicazione di un adesivo dentinale (SuperBond D Liner, Sun Medical); la superficie dentinale è stata pretrattata per 30 secondi con una soluzione acquosa al 3% di cloruro ferrico ed al 10% di acido citrico, poi lavata ed asciugata con getto d'aria. Il primer (HEMA) è stato applicato per 30 secondi con una spugnetta, quindi asciugato, in modo da ottenere una superficie riflettente.

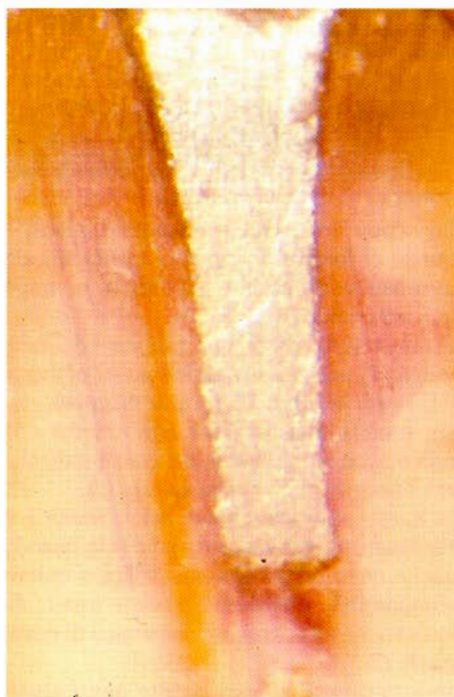


Fig. 1 - Campione del Gruppo 1 (solo AA). Si noti la cospicua infiltrazione di colorante per oltre 3 mm di profondità.

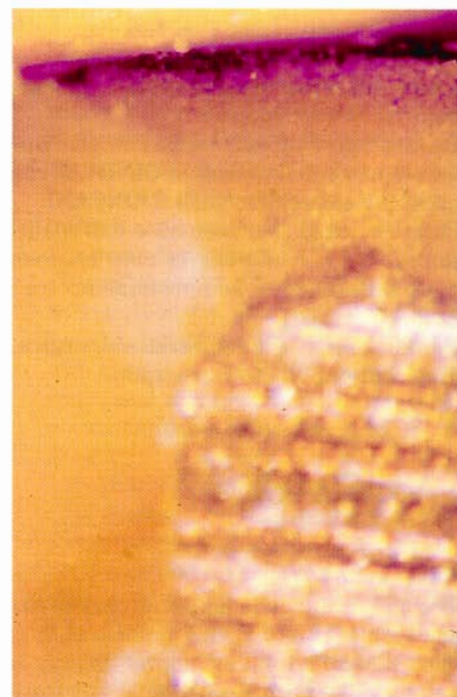


Fig. 2 - Campione del Gruppo 3 (AA + adesivo smalto-dentinale). Il grado di sigillo è molto elevato.



Fig. 3 - Campione del Gruppo 4 (Resina composita + Adesivo smalto-dentinale + Inibitore di superficie). Il sigillo retrogrado è perfetto.



Fig. 4 - Campione del Gruppo 6 (solo Adesivo smalto-dentinale). La chiusura è perfetta, si noti il deficit di riempimento oltre i 2 mm di otturazione.



Fig. 5 - Campione del Gruppo 7 (CVI). È evidente un'intima adesione tra materiale da otturazione e dentina.



Fig. 6 - Campione del Gruppo 8 (Super EBA).

La resina (PMMA+ 4-META) è stata preparata secondo le istruzioni del produttore (2 gocce di base più 1 goccia di catalizzatore) e applicata con una spugnetta su tutta la superficie della cavità. Si è quindi subito proceduto alla condensazione dell'amalgama, vibrata contemporaneamente alla preparazione della resina (Fig. 2);

Gruppo 4. dopo aver applicato un adesivo dentinale di ultima generazione (Optibond FL, Kerr), si è proceduto all'otturazione della cavità retrograda con resina composita (Prodigy, Kerr), e quindi all'applicazione di un inibitore di superficie (OptiGuard, Kerr) previa un'ulteriore mordenzatura con gel contenente acido ortofosforico al 37% (Fig. 3);

Gruppo 5. dopo aver applicato un adesivo dentinale di ultima generazione (Scotchbond, 3M), si è proceduto all'otturazione della cavità retrograda con resina composita (Z100, 3M);

Gruppo 6. nelle cavità retrograde di questo gruppo si è adoperato esclusivamente un adesivo dentinale di ultima generazione (OptiBond FL, Kerr). Dopo il condizionamento dentinale con acido ortofosforico al 37% per 15 secondi, l'acido è stato rimosso con spray aria-acqua e la cavità asciugata con un leggero getto d'aria. È seguita l'applicazione del primer (HEMA GPDM), che è stato posizionato e mantenuto per 30 secondi, asciugato per 20 secondi (Fig. 4);

Gruppo 7. i campioni sono stati otturati con un cemento vetroionomerico fotoattivato (Photac Fil Aplicap, ESPE) (Fig. 5);

Gruppo 8. in questo gruppo l'otturazione retrograda è stata realizzata con un cemento all'ossido di zinco-eugenolo rinforzato con ossido di alluminio, (Super-EBA, Bosworth Co.).

Allo scopo di ottenere l'ottimale consistenza del materiale per l'otturazione si è cercato di raggiungere il rapporto polvere-liquido più elevato possibile (Fig. 6);

Gruppo 9. i campioni sono stati otturati con un compomero fotoattivabile (Dyract, Dentsply De Trey);

Gruppo 10. i campioni sono stati otturati con un compomero fotoattivabile (F2000, 3M) previa l'applicazione di un adesivo specifico per tale materiale prodotto dalla stessa casa (3M).

Dopo l'esecuzione delle otturazioni, sono state eseguite radiografie in proiezione vestibolo-linguale e mesio-distale, per valutare l'adattamento del materiale alla preparazione.

I 150 denti sono stati quindi posti anch'essi in una soluzione contenente blu di metilene al 2% alla temperatura di 37°C (23-24). Dopo 24 ore i campioni, tolti dal colorante, sono stati lavati sotto getto d'acqua corrente per circa 15 minuti.

Successivamente, anche per questi campioni, mediante un microtomo, sono state praticate due tacche longitudinali diametralmente opposte. Con uno scalpello si è proceduto a fratturarli longitudinalmente grazie alle guide precedentemente eseguite, in modo da mettere a nudo parte dell'otturazione retrograda.

L'analisi dei campioni è stata eseguita con l'ausilio di uno stereomicroscopio (Zeiss SV6, Germany) provvisto di una fonte luminosa supplementare a fibre ottiche e di un oculare millimetrato, ad un ingrandimento di 2x. Il nostro intento è stato quello di verificare il grado e l'intensità della penetrazione del colorante e comparare il grado di sigillo apicale raggiunto con i vari materiali utilizzati. L'infiltrazione è stata valutata considerando 3 gradi di penetrazione del colorante (Tab. 1):

- Grado 0 = nessuna infiltrazione
- Grado 1 = infiltrazione limitata alla parete cavitaria (<3mm)
- Grado 2 = infiltrazione oltre il fondo della cavità (≥3mm).

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tytin FC	Tytin FC+ Copalite	Octight+ SB D liner	Prodigy+ Optibond FL+ Optiguard	Z100 MP+ Scotch bond	Optibond FL	Photac Fil Aplicap	SuperEBA	Dyract	F2000
Sample n°										
1	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0
2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
3	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
4	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
5	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1
6	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
7	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
8	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0
9	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1
10	2	1	0	0	0	0	0	1	1	1
11	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
12	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
13	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
14	2	1	0	0	0	1	0	1	1	0
15	2	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Tab. 1 - Grado di infiltrazione.

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tytin FC	Tytin FC+ Copalite	Octight+ SB D liner	Prodigy+ Optibond FL+ Optiguard	Z100 MP+ Scotchbond	Optibond FL	Photac Fil Aplicap	Super EBA	Dyract	F2000
Sample n°										
1	3,35	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	1,24	0,00
2	2,54	1,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,25	0,24	0,35
3	2,62	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,58	0,80
4	2,85	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	1,25	1,05
5	3,54	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,45	0,75
6	1,88	2,40	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,65	0,35	1,05
7	0,88	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	0,38	0,43
8	1,42	1,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,68	0,42	0,00
9	3,08	1,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,78	0,80
10	3,25	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,64	0,55
11	2,95	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
12	2,78	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	1,00
13	2,56	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,40
14	3,65	2,42	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	1,34	0,00
15	3,88	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	1,15
Mean	2,75	2,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,44	0,58	0,58
SD	0,828	0,551	0,000	0,000	0,000	0,036	0,080	0,283	0,461	0,400

Tab. 2 - Infiltrazione in mm.

Risultati del test ANOVA (one way)

Sources	D.F.	Sum of Squares	Mean Squares
Treatments	7	40.365	5.7664
Error	112	8.0436	7.18177E-2
Total	119	48.409	

F for treatments = 80.29
P = .0000000 ----> Significant

CONCLUSIONI

Dai dati emersi dal test ANOVA si evince che esiste una differenza statisticamente rilevante tra i valori di infiltrazione, e quindi la capacità di sigillo, relativi ai materiali testati. Dal test per confronti multipli (Duncan) in cui ogni gruppo è stato confrontato con gli altri nove, emerge una differenza non significativa (sia per P<0.05 che per P<0.01) tra i gruppi otturati con SuperEBA, Dyract e F2000, e tra quelli otturati con Octight + SB D Liner, Prodigy + Optibond FL + Optiguard,

RISULTATI

I valori riscontrati alla misurazione della profondità in mm (Tab. 2) di infiltrazione del colorante sono stati successivamente sottoposti sia ad un'analisi statistica sia della varianza (ANOVA), che ad un test per confronti multipli (Duncan). In quest'ultimo test, i valori delle misurazioni sono stati trasformati applicando la radice quadrata ($n^{1/2}$) per stabilizzare la varianza e renderla proporzionale alla media e quindi utilizzabile nel test che intendevamo svolgere.

Z100 + Scotchbond, Optibond FL e Photac Fil Aplicap. Inoltre non esiste una differenza statisticamente significativa (solo per $P < 0.01$) tra i gruppi otturati con Tytin FC e Tytin FC + Copalite.

DISCUSSIONE

Dall'analisi dei risultati ottenuti da questa sperimentazione *in vitro* si evince che l'utilizzo di adesivi smalto-dentinali di ultima generazione fornisce un sigillo retrogrado efficace. Nei gruppi in cui tali materiali sono adoperati (gruppi 3, 4, 5 e 6), il grado 0 è risultato praticamente la regola (eccetto per un campione del gruppo 6) ed inoltre il grado 2 di infiltrazione non è mai stato riscontrato. Questo risultato può essere giustificato dalla presenza di un elevatissimo numero di tubuli dentinali il cui lume viene esposto durante la preparazione della cavità retrograda, e che possono essere tutti sigillati solo utilizzando i sistemi adesivi di ultima generazione. La caratteristica fluidità consente loro di penetrare intimamente nei tubuli dentinali e di formare uno strato ibrido adesivo-dentina, fondamentale per evitare la formazione di gap. Un limite che invece è emerso a carico degli adesivi di ultima generazione è l'elevata tensione superficiale e gli alti valori dell'angolo sigma (l'angolo sigma, nella fattispecie, è l'angolo formato dalla superficie dentinale e dalla tangente alla superficie libera della goccia di adesivo nel punto di contatto) che si generano quando questi materiali vengono a contatto con le superfici dentinali. Tali caratteristiche fisiche non consentono di avere un buon controllo del materiale per la profondità della cavità retrograda e sono, perciò, alla base dei difetti di riempimento che abbiamo osservato in molti campioni, a livello del fondo della cavità. Per ovviare a questi difetti è necessario o diminuire la tensione superficiale, aumentando il tempo di applicazione, così da permettere al materiale di fluire maggiormente attraverso i tubuli, o diminuire la profondità della cavità retrograda, passando da 3 a non più di 2 mm. Questa riduzione, sulla scorta dei dati

emersi dal nostro studio, appare realizzabile, in quanto il valore di 3 mm sottolineato da Mattison e Coll. (22) risulta valido esclusivamente per materiali condensabili, quindi non fluidi.

Anche i cementi vetroionomerici sono risultati abbastanza efficaci, probabilmente grazie al fatto che sono in grado di aderire chimicamente alla dentina e quindi di assicurare un buon adattamento parietale.

È stato infine confermato che l'utilizzo di amalgama d'argento usata singolarmente, o di amalgama d'argento associata a vernici di cavità, in pratica non assicura un efficace e prevedibile sigillo apicale (25-28).

Naturalmente la scelta di un materiale da otturazione retrograda nella pratica clinica comporta anche delle valutazioni di tipo diverso. Infatti un materiale il cui protocollo operativo si rivela semplice e veloce certamente darà minori probabilità di commettere errori di tecnica, rispetto ad un materiale caratterizzato da una manipolazione indaginosa. Anche la sensibilità dei materiali all'ambiente umido, caratteristica peculiare dell'ambiente chirurgico, è un altro parametro da tenere debitamente in conto poiché tutti questi materiali sono sensibili in varia misura all'umidità.

La manualità dell'operatore, la sua esperienza clinica e le tecnologie utilizzate (microscopio operatorio, ultrasuoni, retrotips, ecc.), sono parametri ugualmente importanti, grazie ai quali si può tendere sia ad un più accurato controllo del sanguinamento, che ad una riduzione della superficie di sezione (21). Quest'ultima, in base ai dati forniti da Tidmarsh e Coll. (29) e da Gagliani e Coll. (30), garantirebbe una considerevole riduzione del numero di recidive.

Possiamo infine affermare, in base ai dati emersi dal nostro studio, che pur essendoci tra i materiali testati notevoli diversità di comportamento, non è possibile sovrapporre l'esperienza avuta *in vitro* con l'effettivo utilizzo clinico. Infatti, i materiali che meglio hanno reso nel nostro studio, e che anche statisticamente hanno fornito risultati significativamente migliori rispetto agli altri, prevedono fasi operatorie più lunghe ed indaginose, e sono molto sensibili all'ambiente umido. Queste ultime due caratteri-

stiche fanno sì che nella pratica clinica le differenze di comportamento tra i materiali testati, seppur notevoli *in vitro*, vengono spesso ad essere annullate a vantaggio di materiali più facilmente manipolabili e meno sensibili alla contaminazione acquosa.

Infine, uno spunto clinico potrebbe essere: l'utilizzo di adesivi smalto-dentinali monocomponenti, dalla manipolazione più rapida e meno indaginosa, a sigillo dell'otturazione retrograda come in Odontoiatria Conservatrice (Preventive Restoration) in assenza di incompatibilità biochimiche e chimico-fisiche (es. reazione eugenati - resine composite) dei materiali utilizzati.

BIBLIOGRAFIA

1. Merlini C, Zerbinati A, Gallini G. Chirurgia radicolare conservativa. *Manuale di tecnica operatoria*. Milano, Istituto per la comunicazione audiovisiva, 1990
2. Castellucci A. *Endodonzia*. Prato, Edizioni Odontoiatriche Il Tridente, 1993
3. Amato M, Carratù P, Prisco C, Di Maro E. Revisione critica delle indicazioni alla endodonzia chirurgica. *79th Annual World Dental Congress of FDI*; Milan Vol. 1: 347-51. 1991 Oct
4. Bovone S, Bracco F, Montedonico P, Geddo G. Apicectomia e otturazione retrograda. *Dental Cadmos* 1993; 9: 38-58
5. Chiapasco M, De Cicco L, Marrone G, Pozzi E, Crescentini PM, Piccoli P. Studio longitudinale di 170 casi di apicectomia con otturazione retrograda in amalgama d'argento: risultati a distanza di tempo. *G It Endo* 1994; 1: 16-21
6. Frank AL, Glick DH, Patterson SS, Weine FS. Long-term evaluation of surgically placed amalgam fillings. *J Endodon* 1992; 3: 91-98
7. Peltola M, Salo T, Oikarinen K. Toxic effects of various retrograde root filling materials on gingival fibroblast and rat sarcoma cells. *Endod Dent Traumatol* 1992; 8: 120-4
8. Maher WP, Johnson RL, Hess J, Steiman R. Biocompatibility of retrograde filling materials in the ferret canine. Amalgam and IRM. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992; 73: 738-45
9. Tanzilli JP, Raphael D, Moodnik RM, Meadow E. A comparison of the marginal adaptation of retrograde technique: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1980; 50: 74-80
10. Kaplan SD, Tanzilli JP, Raphael D, Moonik R. A comparison of the marginal leakage of retrograde technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 54: 583-5
11. Huteville A, Cohen AS. *Manuale di Odontoiatria chirurgica*. Milano, Masson, 1991
12. Capelli M, Testori T, Barengli A, Mancini GE. Rassegna della letteratura sui materiali utilizzabili in chirurgia endodontica. *G It Endo* 1994; 1: 26-31
13. Amato M, Galizia GF, Bolletti Censi M, Simeone M. I materiali alternativi all'amalgama nella otturazione retrograda: revisione della letteratura. IV Giornate Mediterranee di Odontoiatria, Napoli 1992, 28 Febbraio - 1 Marzo; 2: 209-213
14. Amato M, Riccitiello F, Carratù P, Fortunato L. I materiali da otturazione retrograda: l'amalgama, nostra esperienza clinica. IV Giornate Mediterranee di Odontoiatria, Napoli 1992, 28 Febbraio - 1 Marzo; 2: 217-224
15. Arens DE, Adams WR, De Castro RA. *Endodontic surgery*. Philadelphia. Harper & Row, 1981
16. Sarkar NK, Park JR. Mechanism of improved corrosion resistance of Zn-containing dental amalgams. *J Dent Res* 1988; 67: 1312-5
17. Tronstad L, Wennberg A. *In vitro* assessment of the toxicity of filling materials. *Int Endod J* 1980; 13: 131-8
18. Moodnik R, Levey M, Besen M, Borden B. Retrograde amalgam filling: a scanning electron microscopic study. *J Endodon* 1975; 1: 28-31
19. Tronstad L, Trope M, Doering A, Hasselgren G. Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy. *J Endodon* 1983; 9: 551-3
20. McDonald NJ, Dumsha TC. A comparative apical leakage study with dentine bonding materials. *Int Endod J* 1990; 23: 156-62
21. Carr GB. Comuni errori in endodonzia chirurgica. *Attualità Dentale* 1995; 17: 31-4
22. Mattison GD, Von Fraunhofer A, Delivanis PD, Anderson AN. Microleakage of retrograde amalgams. *J Endodon* 1988; 14: 236
23. Tuggle ST, Anderson RW, Pantera EA. A dye penetration study of retrofilling materials. *J Endodon* 1989; 3: 122-4
24. Vertucci FJ, Beatty RG. Apical leakage associated with retrofilling techniques: a dye study. *J Endodon* 1986; 12: 331-6
25. Rud J, Andreasen JO, Rud V. Retrograde root filling with resin and a dentin bonding agent: frequency of healing compared with retrograde amalgam. *Danish Dent J* 1989; 93: 273-6
26. Toschi E, Prati C, Nuci C, Ruggeri O. Infiltrazione dei restauri in amalgama: efficacia degli adesivi dentinali. *Dental Cadmos* 1992; 17: 84-89
27. Riccitiello F, Carano A, Giorgetti M, Riccitiello P, Simeone M, Ausiello P, Amato M, Rengo S. Adesivi dentinali di ultima generazione: Amalgambond. *Dental Cadmos* 1994; 1: 44-63
28. Goracci G, Mori G, Proietti Piorgio R. La giunzione amalgama-dente: uso dei moderni adesivi. *Dental Cadmos* 1995; 4: 13-48
29. Tidmarsh JO, Arrowsmith MG. Dentinal tubules at the root ends of apicized teeth: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1989; 22: 184-198
30. Gagliani M, Taschieri S, Molinari R. Sigillo apicale in chirurgia endodontica: influenza della tecnica resettiva. *Dental Cadmos* 1997; 2: 30-37