

Retrofilling 시 수증충전재료의 변연누출에 관한 연구

전북대학교 치과대학 치과보존학교실
운영석 · 손호현

Abstract

A COMPARATIVE STUDY ON THE APICAL LEAKAGE OF VARIOUS RETROFILLING MATERIALS

Yeong - Suck Ohn, D.D.S., Ho - Hyun Son, D.D.S., Ph. D.
*Department of Operative Dentistry, College of Dentistry,
Chonbuk National University*

Eighty - eight recently extracted teeth were used to evaluate the leakage characteristics of the following retrofilling materials ; amalgam, zinc oxide eugenol cement, glass - ionomer cement, and cermet glass - ionomer cement.

Root canals were prepared with step - back method and obturated with gutta percha and zinc oxide eugenol sealer. Root apex were resected 2 mm from apex and class I cavities were prepared with 2 mm or 4 mm depth. The cavities were filled with above materials. After application of varnish on all surface except resected surface, the roots were placed in 1% methylene blue solution for 6 days. After longitudinal polishing to expose central parts of filled materials, penetrated depths of dye were measured.

The results were as follows.

1. As retrofilling material, glass ionomer cement filling groups showed less leakage than the other groups except zinc oxide eugenol cement filling group($p < 0.01$).
2. Amalgam filling groups had greater leakage than zinc oxide eugenol cement filling group($p < 0.01$).
3. 4 mm depth of retrofilled cavity had no effect on leakage characteristics compared with 2 mm depth cavity($p > 0.05$).
4. Glass ionomer cement and cermet glass ionomer cement filling groups showed less apical leakage than amalgam filling groups. But there was no statistical significance($p > 0.05$).
5. There was no difference in apical leakage between glass ionomer cement filling groups and cermet glass ionomer cement filling groups($p > 0.05$).

— 목 차 —

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌

I. 서 론

근관치료 과정 중 근관의 밀폐가 치료의 성공률에 영향을 줄 수 있으며¹⁻³⁾ 근관의 완전한 밀폐를 위해 여러 유형의 치료 방법들이 이용되어진다. 치근단 절제술은 통상적인 근관치료에 의한 근관의 밀폐가 용이치 않을 경우에 이용되어지며 이 시술 과정에서 근단첨부의 완전한 밀폐를 위해 gutta percha의 hot

burnishing 이나 cold burnishing 등⁴⁾의 방법들이 이용됨과 아울러 절제된 근단부에 와동을 형성하고 충전재료를 이용하여 밀폐하려는 노력들이 있어 왔다.

이와같은 역행충전에는 여러가지 충전 재료들의 이용이 연구되어 왔으며 일반적으로 널리 이용되어져 온 아말감은 경화후 팽창과 부식등에 의해 와동 적합성이 증가하여 밀폐성이 우수한 것으로 보고되어져 오고 있다^{5,6)}. 이외에 Z.O.E⁷⁾, Cavit^{8,9)}, polycarboxylate cement¹⁰⁾, gold foil¹¹⁾, EBA cement¹²⁾ 등의 재료들이 이용되었으며 Bowen 에 의해 1962 년 복합레진이 개발된 이래 치질에 대한 적합성과 변연 누출의 감소를 위한 연구와 함께 근단부 와동의 역행 충전재료로서도 이용도가 높아지고 있다. 또한, glass-ionomer cement 도 이의 목적으로 이용되며 silver powder 등을 첨가한 cermet glass-ionomer cement 를 이용해서 glass-ionomer cement 의 물리적 성질의 보완이 이루어지고 있다¹³⁾.

수복재료의 변연 접합성을 측정하기 위한 연구의 방법들로는 methylene blue, eosin, methyl violet, hematoxylin, mercuric chloride, prontosil, soluble red, aniline, basic fuchsin, crystal violet, fluorescent dye 등을 이용한 염색액침투에 의한 방법¹⁴⁻¹⁷⁾, 미생물의 이용¹⁸⁾, 공기압력법¹⁹⁾, 방사선 동위원소이용법²⁰⁾, SEM^{21,22)}, 전기화학법²³⁻²⁵⁾, 방사화 분석법²²⁾ 등이 이용된다.

최근, 역행 충전재료로서 치질과의 화학적 결합, 치수에 대한 저자극성등의 장점을 지닌 glass-ionomer cement 의 사용이 점증하고 있는바 Zetterqvist²⁶⁾, Beltes²⁷⁾, Thirawat²⁸⁾ 등은 치근단 와동에서 이 재료의 사용시에 나타나는 효과에 대해 과거 많이 이용되어져 온 amalgam 등과 비교하여 보고한 바 있으며, glass-ionomer cement 의 강도를 증가시킨 cermet glass-ionomer cement 의 이용시 과거의 다른 재료들과 비교되는 점들이 Schwartz 등에 의해 연구 보고되어졌다¹⁷⁾.

Mattison²⁹⁾과 Edmunds³⁰⁾는 치근단부 와동의 깊이가 수복물의 변연 누출에 미치는 영향에 대해 보고한 바 있는데 Mattison²⁹⁾는 치근단 와동의 깊이가 1mm 에서 3mm 로 증가할때 치질과의 접합성이 우수해지는 것으로 밝혔으나 Edmunds³⁰⁾는 치근단 와동의 깊이가 변연 누출에 영향을 주지 않는다고 하였다.

점차 임상적 이용이 증가되고 있는 glass-ionomer cement 와 cermet glass-ionomer cement 등을 이전에 널리 이용되어져 왔던 amalgam 과 비교하여, 재료와 와동 깊이의 차이가 치근단부 변연누출에 어떤 영향을 미치는지 알아보하고자 본 연구를 시행하였으며 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

실험에 사용된 치아들은 최근에 발거된 상악 절치, 견치 그리고 하악견치를 이용하였으며 이들 중 치근이 흡수되어 있거나 심한 만곡을 갖는 치아들은 제외하고 88 개의 치아들을 생리식염수에 보관하였다. 보관한 치아들은 치경부에서 #701 carbide bur 를 장착한 고속 handpiece 를 이용하여 치관을 절단하고 치근표면에 부착된 유기잔사와 치석들을 스킨러를 사용하여 제거한후 5% NaOCl 에 24 시간 보관하였다.

모든 치아들을 5% NaOCl 로 근관을 세척하면서 H-file 을 사용하여 step-back method 로 근관형성을 하였다. 근관을 페이퍼 포인트로 건조시킨 후 gutta percha 와 Z.O.E sealer 를 사용하여 측방가압법으로 근관충전을 하였다. 그 후 치근의 치경부측 중앙에 #34 carbide bur 를 사용하여 와동을 형성하고 Z.O.E cement 로 밀폐하였다. 치근단 절제를 위해 #701 carbide bur 를 고속 handpiece 에 장착하여 치근단부를 근단에서 2mm 떨어진 부위까지 절단하고 절단면을 평활하게 하기위하여 자동연마기(Buichler Co.)를 이용하여 주수하에서 #320 Sic. 연마지를 사용하여 연마한후 #557 carbide bur 를 밀링 머신에 장착한 후 2500 rpm 의 속도로 절단면의 중앙에 직경 1.2mm 의 원통형의 와동을 깊이가 2mm 또는 4mm 되게 형성하였다. 각군을 11 개씩의 치아로 나누어 다음과같은 방법으로 근단부 와동을 충전하였다.

1 군 : 치근단 절제만 시행

2 군 : Z.O.E 를 거즈로 꼭 짬후 2mm 와동을 충전

3 군 : 2mm 깊이의 와동에 non-Zinc amalgam 으로 충전(동명아말감합금)

4 군 : 4mm 깊이의 와동에 non-Zinc amalgam 으로 충전(동명아말감합금)

5군 : 2mm깊이의 와동에 GC Fuji II로 충전(GC Inter. Cor.)

6군 : 4mm깊이의 와동에 GC Fuji II로 충전(GC Inter. Cor.)

7군 : 2mm깊이의 와동에 Miracle Mic로 충전(GC Inter. Cor.)

8군 : 4mm깊이의 와동에 Miracle Mic로 충전(GC Inter. Cor.)

충전한 모든 시편을 건조시킨 후 치근단의 절단면을 제외하고 치근표면에 copalite를 2회 도포하고 이위에 nail varnish를 도포하였다. 이후 시

편들을 1% methylene blue 용액에 치근단 1/3이 잠겨지도록 6일간 보관하였다. 시편들을 흐르는 물에 세척 건조한 후 #320 Sic. 연마지를 장착한 자동 연마기를 사용하여 치근의 표면에서부터 연마하여 근관충전물과 역행 충전한 수복물의 증앙이 치근의 장축에 평행한 횡면에 노출되게 하였다. 모든 시편들을 금속현미경으로 관찰하여 근단부 와동이 치근증앙과 근관 충전물의 증앙에 형성되지 못한 시편들을 제외시켰다.

각 시편들의 수복물과 치질 사이로 침투한 염색액의 깊이를 캘리퍼스로 측정하고 각군에서의 측정치를 비교하였으며 통계적 검증을 하였다.

III. 실험 성적

각 시편들을 금속현미경에 의해 관찰한 결과 모든 군에서 염색액의 침투를 볼 수 있었으며 염색액은 치근단의 절단부에서 침투되었고 근관충전물과 상아질벽 사이에서 부터 치근의 외면쪽으로 상아세관을 통해 침투되어 있었다.

각군의 염색액 침투정도의 평가 결과는 Table 1.2와 같으며 1군(대조군)에서 가장 크게 나타났고 2군(Z.O.E 충전군)을 제외하면 제 5군(2mm 깊이로 glass-ionomer cement를 충전한 군)이 가장 적은 침투를 보였다.

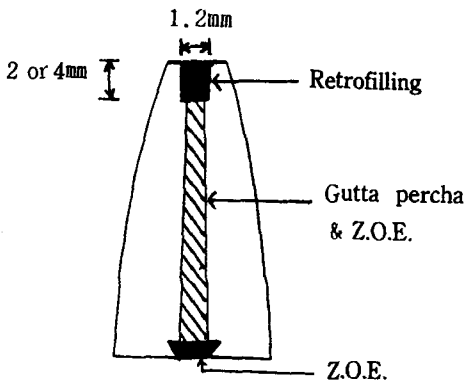


Fig. 1. Diagram of the sample

Table 1. Depth of apical leakage (mm).

Group Sample No.	1	2	3	4	5	6	7	8
1	8.80	1.65	1.65	6.90	4.30	4.65	1.95	4.70
2	7.45	1.70	7.25	2.40	2.15	2.65	3.05	2.20
3	7.25	1.65	5.50	6.05	4.70	4.40	1.45	3.55
4	4.80	2.35	6.20	4.75	3.80	5.00	0.40	4.05
5	5.35	3.10	4.85	6.15	5.60	4.65	2.05	3.70
6	6.95	2.20	4.20	5.80	2.15	1.50	4.20	1.30
7	6.30	4.95	5.75	6.30	0.95	5.15	4.20	6.30
8	6.50	1.75	5.25	4.10	0.70	4.05	2.75	3.40
9	8.75	1.75	6.15	4.15	2.70	3.70	5.70	5.50
10	6.05	0.60	3.55		2.00	0.85	3.25	0.90
11	8.05	0.95	5.55		1.60		4.45	

Table 2. The mean depth of linear dye penetration (mm).

Group	Retrofilling	Mean ± S.D.
I	No retrofilling	6.93 ± 1.29 *
II	Retrofilling with Z.O.E., 2mm	2.05 ± 1.16 *
III	Retrofilling with Amalgam, 2mm	5.08 ± 1.51
IV	Retrofilling with Amalgam, 4mm	5.17 ± 1.43
V	Retrofilling with G.I., 2mm	2.78 ± 1.59
VI	Retrofilling with G.I., 4mm	3.66 ± 1.50
VII	Retrofilling with S.G.I., 2mm	3.04 ± 1.53
VIII	Retrofilling with S.G.I., 4mm	3.56 ± 1.72

G.I.: Glass ionomer cement

S.G.I.: Silver glass ionomer cement

*: Statistically significant by ANOVA and Scheffé test ($P < 0.01$).

Amalgam으로 충전한 군(제 3,4 군)은 와동 깊이에 관계없이 대조군에 비해 수치상으로는 적은 누출을 나타냈으나 통계적 유의성이 있는 차이는 보이지 않았으며 제 2군(Z.O.E 충전군)에 비해서는 유의성을 인정할 수 있는 깊은 염색액 침투를 보였다($P < 0.01$) (Table 2).

Glass-ionomer cement로 충전한 군(제 5,6 군)과 silver glass-ionomer cement로 충전한 군(제 7,8 군)은 역행 충전을 시행하지 않은 군에 비해 뚜렷한 적은 염색액 침투를 보였으며($P < 0.01$) 제 5,6 군과 제 7,8 군 사이에서는 유의한 차이가 인정되지 않았다($P > 0.05$) (Table 2).

와동의 깊이 차이에 따라서 비교한 결과, 충전 재료의 종류에 관계없이 각 충전재료들의 2mm 와동을 충전한 군과 4mm 와동을 충전한 군들 사이에 유의성 있는 차이가 없었다($P > 0.05$).

IV. 총괄 및 고안

부적절한 근관의 밀폐가 근관치료의 성공에 크게 영향을 줄 수 있는 바 외과적 근관치치시 절제 치근단의 밀폐를 위한 충전이 중요하며 이때 사용되는 충전재료의 밀폐성을 평가하기 위한 많은 연구가 행해지고 있다. 밀폐성 평가를 위한 방법들 중, 색소를 이용한 실험이 간편하고 변연누출의 정도를 육안으로 뚜렷이 확인할 수 있지만 누출

정도의 정량적인 분석이 어렵고 시간에 따른 누출 정도의 측정이 용이하지 않다. 색소를 이용한 연구들에서 충전물과 그 변연을 제외한 치면 전체에 varnish를 도포하고 제외된 부위 이외 다른 부위로부터의 색소침투를 차단하였는데, 실제 임상적 상황에서 치근단 부위에 잔존 가능한 부근관등을 통한 색소 침투가 가능할 것으로 예상되므로 치근단의 절단면 전체가 염색액에 노출되도록 하는 것이 타당할 것으로 인정되어³⁰⁾ 본 연구에서는 varnish를 치근단 절단면에는 도포하지 않았다.

치근단 와동에 사용하는 충전재료는 외과적 근관치료의 상황을 고려하면 조작이 용이하고, 흡수가 없고 주변의 조직액에 의한 물리적 성질변화가 적어야 하며 주변 조직에 대한 위해 작용이 없어야 할 것이다.

임상적으로 가장 널리 쓰여 왔던 것은 아말감으로써 특히 zinc 아말감 보다는 non-zinc 아말감이 많이 쓰이고 있다. kimura^{5,6)}는 non-zinc 아말감이 zinc 아말감보다 치근단 밀폐성에 있어 탁월하고 우수한 재료는 아닌 것으로 보고 하였지만 zinc의 주변 조직에 대한 반응을 실험한 Omnell³¹⁾은 zinc 아말감으로 충전시 주변 골조직에 파괴를 일으킨다고 보고하였으며 이에 근거하여 치근단 와동을 아말감으로 충전할 때 non-zinc 아말감이 선호되며 본 연구에서 사용한 아말감도 non-zinc 아말감이었다.

본 연구에서는 와동벽에 varnish 를 도포하지 않은 상태로 충전하여 실험하였으며 varnish 도포시 실험에 사용한 다른 충전재에 비해 차이를 나타낼 수 있을지는 의문이나 일반적으로 아말감 충전시 varnish 를 도포함으로써 변연누출의 감소를 보인다는 보고들이 있다. Gordon 과 Mattison²⁹⁾은 varnish 를 도포한후 아말감을 충전하였을때 변연누출의 감소를 보고하였으며 Tuggle¹⁴⁾은 1% methylene blue dye 를 이용한 2주후의 평가에서 varnish 를 도포한 아말감 충전 와동이 varnish 를 도포하지 않은 아말감과 Super EBA cements 등에 비해 염색액 침투가 더 적은 것으로 밝혔다. 아말감의 주변조직에 대한 생물학적 적합성에 대해 Safavi³²⁾는 충전후 72 시간 배양에서 아말감으로 충전하는 것이 레진 충전시보다 충전물 표면에 더 많은 세포 밀도를 관찰 보고하였다.

아말감은 충전후 주변조직에 대한 위해성이 없으며 부식에 의해 변연누출의 감소를 보이는 재료이기는 하지만 부식성이 있고, 수은에 의한 오염가능성이 존재하며, 느린 경화로 인한 미생물의 오염을 허용하는 단점을 갖는바¹⁵⁾ 보다 나은 재료의 이용에 관한 많은 연구가 있었다. 아말감과 다른 재료를 사용하여 역행충전시 근단부 밀폐성을 비교한 연구들 중 Zervas 등²⁷⁾의 연구에서 아말감은 varnish 를 도포후 충전하였을때 좋은 변연 폐쇄성을 지닌 재료로써 평가된 반면 Smee¹⁵⁾, Bondra¹⁶⁾, Thirawat²⁰⁾, Kos¹⁸⁾, Zindane³³⁾ 등은 아말감보다 IRM, Teflon, P-30 등의 재료가 더 나은 변연 폐쇄성을 지닌 재료라고 보고하였다.

최근 점차 임상적 이용이 증가되고 있는 Glass ionomer cement 는 polyacrylic acid liquid 와 혼합된 aluminosilicate glass powder 로써 범랑질과 상아질에 극성, 이온결합 또는 물리화학적 결합을 한다^{34, 35)}. 치관부에서 이 재료로 와동충전시 Hembree³⁶⁾, Wash³⁷⁾ 등은 변연누출이 적고 따라서 치질과의 접합성이 우수한 것으로 보고하였다. 또한 glass-ionomer cement 는 이전의 연구들에서 조작이 쉽고 치관부 주변조직에 대해 조직학적 반응이 적은 재료로 보고되고 있으며, glass-ionomer cement 를 근단부와동에서의 이용시 이의 접합성에 대한 많은 연구들이 있는데 Zetterqvist 등²⁶⁾은 glass-ionomer cement 를 아말감과 비교할때 아말감에 비해 변연누출이 적으며 24 시간 후의 결과와 1년이후의 결과

사이에 차이가 없음을 보고하였다. 한편 Tuggle¹⁴⁾, Beltes²⁷⁾ 등은 glass-ionomer cement 보다 와동에 varnish 를 도포한 후 충전한 아말감의 경우가 더 적은 변연누출을 보였다고 하였다. 본 연구의 결과는 glass-ionomer cement 가 아말감에 비해 더 적은 변연누출을 보이고 있는 점에서 Zetterqvist²⁶⁾의 연구와 동일하지만 varnish 를 도포한 후 충전한 아말감이 더 나은 것으로 밝힌 Tuggle¹⁴⁾, Beltes²⁷⁾의 결과와의 비교시에는 와동에 varnish 를 도포하지 않은 상태의 결과임을 고려해야 할 것이다.

Glass-ionomer cement 의 임상적 사용과 아울러 이 재료의 물리적 성질을 보완하기 위해 1985년 McLean 과 Gasser¹³⁾는 glass-metal powder 를 첨가시켜 cermet glass-ionomer cement 를 개발하였다. Schwartz¹⁷⁾는 근단부 와동에서 cermet glass-ionomer cement 를 non-zonc 아말감과 변연누출의 정도를 비교하기 위하여 2% methylene blue 용액에 7일간 보관후 평가한 결과 cermet glass-ionomer cement 가 non-zonc 아말감에 비해 더 적은 변연누출을 나타냄을 보고하였다.

치관부에서의 와동에서 치질에 대한 접합성의 평가를 근관 충전의 방법에 따라 비교한 보고들이 있는데 Scott³⁸⁾는 sealer 와 함께 theroplasticized gutta percha 를 사용한 충전을 하였을때 varnish 를 도포한 아말감에 의한 충전과 비교시 차이를 보이지 않는다고 하였으며 Negm³⁹⁾는 충전재료에 따른 차이는 나타나지 않으며 heatsealed-percha 에 비해 측방가압법으로 근관충전을 하고 근단와동을 아말감으로 충전시 변연누출이 적다고 보고하였다.

Glass-ionomer cement 의 임상적 사용에서의 문제점중 수분에 대한 접촉에 의해 물리적 성질이 감소하게 되므로 충전물 표면에 varnish 를 도포하여 완전 경화 때까지 수분 접촉을 차단한다. Barkhorder⁴⁰⁾ 등은 glass-ionomer cement 를 근단부 와동에 충전하고 varnish 를 도포하였을때 더 우수한 변연 접합성을 보고한 바 있다.

근단부 와동의 형태는 1급 와동 또는 slot 형이며 본 연구에서의 와동형태는 1급와동 이었으며 Barnes⁴⁾는 천공의 유발 가능성을 막기 위해 inverted-cone bur 의 사용은 금해야 한다고 하였다. 근단부 와동의 깊이는 보통 2mm 정도의 깊이로 형성하는데 Mattison²⁹⁾은 3mm 깊이의 와동이 1mm 깊이의 와동에 비해 더 적은 변연누출을 보였다고 보고한

반면 Edmunds³⁰⁾는 근단부 와동의 깊이가 변연접합성에 영향을 주지않음을 1mm, 2mm 그리고 4mm 깊이의 와동에서 아말감을 사용하여 비교하였다. 본 연구에서의 결과도 2mm 깊이의 와동과 4mm 깊이의 와동 사이에서 아말감, glass-ionomer cement, silver glass-ionomer cement 에서 모두 차이를 보이지 않았는데 이로써 근단부 와동의 깊이는 2mm 깊이 정도가 적당할 것으로 사료되는 바이며 시술 부위가 치관부 수복과는 다른 상황임을 고려할때 치근단부의 부근관등이 치근단 절제술로 제거될 것이고 더 깊은 와동은 천공등의 우려가 있으므로 불필요 할 것이라고 사료된다.

본 연구에서의 결과로 미루어 지금까지 널리 사용되어 온 아말감에 비해 glass-ionomer cement, silver glass-ionomer cement 가 치근단부 와동의 충전시 더 나은 재료임을 알 수 있었으며 이들 재료의 시술시 사용의 간편성을 위한 시술방법의 개선과 아울러 주변 조직과의 반응과 치유에 어떤 영향을 줄 수 있는지에 관한 연구가 더 이루어져야 할 것이다.

V. 결 론

최근 발거된 상악절치, 견치, 하악견치의 치관을 절제하고 근관을 형성한 후 축방가압법에 의해 gutta-percha 로 충전하여 치근단 절제를 시행하고 근단와동을 2mm 또는 4mm 깊이로 형성하여 Z.O.E., amalgam, glass-ionomer cement, silver glass-ionomer cement 로 충전하고 충전물의 변연누출을 측정하기 위해 1% methylene blue 용액에 6일간 담귀둔후, 횡절단시켜 염색액의 침투 정도를 측정하여 통계적 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 역행충전을 시행한 군이 시행하지 않은 대조군에 비해 충전재료에 관계없이 적은 변연누출을 보였으며 Z.O.E. 충전군, glass-ionomer cement 충전군 그리고 silver glass-ionomer cement 충전군은 대조군에 비해 통계적으로 유의한 적은 변연누출을 보였다($P < 0.01$).
2. Amalgam 충전군은 Z.O.E. 충전군에 비해 큰 변연누출을 보였다($P < 0.01$).
3. 충전재료에 관계없이 와동깊이 차이는 변연누출에 영향을 주지않았다($P > 0.05$).
4. Glass-ionomer cement 충전군과 silver glass-ionomer cement 충전군은 amalgam 충전군에 비해 수치상 변연누출이 적게 나타났으나 통계적 유의성은 인정되지 않았다($P > 0.05$).

5. Glass-ionomer cement 충전군과 silver glass-ionomer cement 충전군 사이에서는 변연누출 정도의 차이가 인정되지 않았다($P > 0.05$).

참 고 문 헌

1. Grossman, L.I., Oliet, S. and Del Rio, C.D.: Endodontic practice, 11th ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1988.
2. Wein, F.: Endodontic therapy, 4th ed., St. Louis, C.V. Mosby Co., 1989.
3. Ingle, J.L.: Endodontics, 3rd ed., Philadelphia, Lea & Febiger, 1985.
4. Barnes, I.E.: Surgical endodontics, Lancaster, MTP press limited, 1984.
5. Kimura, J.T.: A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. Part I: Apical seal and tissue reaction. J. Endod., 8: 359-63, 1982.
6. Kimura, J.T.: A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. Part II: Optical emission spectrographic analysis for zinc precipitation. J. Endod., 8: 407-9, 1982.
7. Nicholls, E.: Retrograde filling of the root canal. Oral Surg., 15: 463-73, 1962.
8. Finne, K., Nord, P.G., Persson, G., and Lennartsson, B.: Retrograde root filling with amalgam and Cavit. Oral Surg., 43: 621, 1977.
9. Delivanis, P. and Tabibi, A.: A comparative sealability study of different retrofilling materials. Oral surg., 45: 273-81, 1978.
10. Barry, G.N., Selbst, A.G., Danton, E.W., and Madden, R.M.: Sealing quality of polycarboxylate cements when compared to amalgam as retrofilling material. Oral Surg., 42: 109-16, 1979.
11. Kopp, W.K. and Kresberg, H.: Apicoectomy with retrograde gold foil in new technique. N.Y. Dent. J., 39: 8, 1978.
12. Szeremeta-Browar, T.L., VanCura, J.E., and

- Zaki, A.E. : A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques : An autoradiographic study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 59 : 82 - 7, 1985.
13. McLean, J.W., and Gasser, O. : Glass - cermet cements. *Quintessence Int.*, 16 : 333 - 43, 1985.
 14. Tuggle, S.T., Anderson, R.W., Pantera, E.A. and Neaverth, E.J.: A dye penetration study of retrofilling materials. *J. Endod.*, 15:122-4, 1989.
 15. Smee, G., Bolanos, O.R., Morse, D.R., Furst, M.L., and Yesilosoy, C.: A comparative study of P-30 resin bonded ceramic, Teflon, Amalgam, and IRM as retrofilling seals. *J. Endod.*, 13:117-21, 1987.
 16. Bondra, D.L., Hartwell, G.R., MacPherson, M.G., and Portell, F.R. : Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials. *J. Endod.*, 15 : 157 - 60, 1989.
 17. Schwartz, S.A., and Alexander, J.B. : A comparison of leakage between silver - glass ionomer cement and amalgam retrofillings. *J. Endod.*, 14 : 385 - 91, 1988.
 18. Kos, W.L., Aulozzi, D.P. and Gerstein, H. : A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J. Endod.*, 8 : 355 - 8, 1982.
 19. Derkson, G.D., Pashley, D.H., and Derkson, M.E. : Microleakage measurement of selected restorative materials ; A new in vitro method. *J. Prosthet. Dent*, 56 : 435, 1986.
 20. Tronstad, L., Trope, M., Doering, A., and Hasselgren, G. : Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy. *J. Endod.*, 9 : 551 - 3, 1983.
 21. Stabhoiz, A., Shani, J., Friedman, S., and Abed, J. : Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with seal ability. *J. Endod.*, 11 : 218 - 23, 1985.
 22. Tanzilli, J.P., Raphael, D., and Moodnik, R.M. : A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques : A scanning electron microscopic study. *Oral Surg.*, 50 : 74 - 80, 1980.
 23. Mattison, G.D. and von Fraunhofer, J.A. : Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 55 : 402 - 6, 1983.
 24. Jacobson, S.M., and von Fraunhofer, J.A. : The investigation of microleakage in root canal therapy. *Oral Surg.*, 42 : 817, 1976.
 25. Delivanis, P.D., and Chapman, K.A. : Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. *Oral Surg.*, 53 : 410 - 6, 1982.
 26. Zetterqvist, L., Anneroth, G., Danin, J., and Røding, K. : Microleakage of retrograde fillings - a comparative investigation between amalgam and glass-ionomer cement, *Int. Endo. J.*, 21:1-8, 1988.
 27. Beltes, P., Zervas, P., Lambrianidis, T., and Molyvdas, I. : In vitro study of the sealing ability of four retrograde filling materials. *Endod. Dent. Traumatol*, 4 : 82 - 4, 1988.
 28. Thirawat, J. and Edmunds, D.H. : The sealing ability of materials used as retrograde root filling in endodontic surgery. *Int. Endod. J.*, 22 : 295 - 8, 1989.
 29. Mattison, G.D., von Fraunhofer, A., Delivanis, P. D., and anderson, A.N. : Microleakage of retrograde amalgams. *J. Endod.*, 11 : 340 - 5, 1985.
 30. Edmunds, D.H. and Thirawat, J. : The sealing ability of amalgam used as a retrograde root filling in endodontic surgery. *Int. Endod. J.*, 22 : 290 - 4, 1989.
 31. Omnell, K. : Electrolytic precipitation of zinc carbonate in the jaw. An unusual complication after root resection. *Oral Surg.*, 12 : 846, 1956.
 32. Safavi, K.E., Spangberg, M.L., Sapounas, G., and MacAlister, T.J. : In vitro evaluation of biocompatibility and marginal adaptation of root retrofilling materials. *J. Endod.*, 14 : 538 - 42, 1988.
 33. Zidan, O. and ElDeeb, M.E. : The use of a dental bonding agent as root canal sealer. *J. Endod.*, 11 : 176, 1985.
 34. Brandau, H.E., Zimiecki, T.L. and Charbeneau, G.T. : Restoration of cervical contours on nonprepared teeth using glass - ionomer cement : a 4 ½ - year report. *JADA*, 104 : 738 - 3, 1984.

35. Wilson, A.D. and McLean, J.W. : Glass - ionomer cement, Chicago, Quintessence Publishing Co., 1988.
36. Hembree, J.H. and Andrews, J.T. : Microleakage of several Class V anterior restorative materials : a laboratory study. *JADA*, 97 : 179, 1978.
37. Welsh, E.L. and Hembree J.H. : Microleakage at the gingival wall with four Class V anterior restorative materials. *J. Prosth. Dent.* 54 : 370, 1985.
38. Becker, S.A. and von Fraunhofer, J.A. : The comparative leakage behavior of reverse filling materials. *J. Endod.*, 15 : 246 - 8, 1989.
39. Negm, M.M. : The effect of varnish and pit and fissure sealants on the sealing capacity of retrofilling techniques. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 66 : 483 - 8, 1988.
40. Barkhordar, A.R., Pelzner, R.B., and Stark, M.M. : Use of glass ionomers as retrofilling materials. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 67 : 734 - 9, 1989.