

## 초음파 기구에 의한 치근단 와동형성후 역충전의 밀폐성에 대한 연구

전북대학교 치과대학 치과보존학교실

이형일 · 손호현

Abstract

### A COMPARATIVE STUDY ON THE APICAL LEAKAGE OF RETROFILLING AFTER APICAL CAVITY PREPARATION WITH ULTRASONIC INSTRUMENT

Hyeong - Il Lee, D. D. S., Ho - Hyun Son, D. D. S., Ph. D.

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry Chonbuk National University*

This study was conducted to evaluate and compare the apical leakage in the following retrofilling techniques after apical resection : No apical cavity preparation and no retrofilling(control group), Amalgam(group I) or silver glass ionomer cement(group II) retrofilling after apical cavity preparation with mini contra-angle and bur, Amalgam(group III) or silver glass ionomer cement(group IV) retrofilling after apical cavity preparation with ultrasonic micro endo tip.

Extracted ninety upper anterior and lower canine teeth were fixed in skull simulators and root canals were prepared with step-back method and obturated with gutta-percha and zinc oxide eugenol sealer.

Obtured roots were resected 2mm from apical ends and apical cavities of 1mm width and 2mm depth were prepared and retrofilled by above mentioned methods.

After application of nail varnish on all surface except resected surface, apical 1/3 of the roots were placed in 1% methylene blue solution for 3 days. After longitudinal sectioning to expose central parts of filled materials, depths of penetrated dye were measured by measuring microscope and were analyzed statistically.

The results were as follows.

1. Having no relation with instruments used in apical cavity preparation, amalgam retrofilling groups(group I and II) showed less apical leakage which was not significant statistically than no retrofilling group(control group) ( $P < 0.05$ ), but silver glass ionomer cement retrofilling groups(group II and IV) showed significantly less apical leakage than no retrofilling group(control group) ( $P < 0.01$ ).
2. In the groups retrofilled with the same material, the apical leakage in cavities prepared with ultrasonic micro endo tip(group III and IV) was less than that in cavities prepared with mini contra-angle and bur(group I and II), but not significant statistically ( $P > 0.05$ ).

3. When apical cavities were prepared with same instrument, the egroups retrofilled with silver glass ionomer cement(group II and IV) showed significantly less apical leakage than the groups retrofilled with amalgam(group I and III)( $<0.01$ ).

## I. 서 론

근관 치료의 성공에 관여하는 여러 요소중 근관의 완전한 밀폐는 근관치료의 성공에 가장 직접적인 영향을 미친다. 통상적인 근관치료는 근관의 완전한 밀폐를 얻을 수 없어 예후가 불량하게 평가되는 치근단 병소를 가진 치아에 대해 외과적 치근단 절제와 치근단 와동형성, 역충전을 통해 근관의 밀폐성을 증가시킬 수 있다<sup>1-3</sup>. 치근단 절제후 치근단 와동형성시 치근단의 해부학적 위치로 인하여 기구의 적절한 접근이 용이하지 않은 바, 시술부위로의 접근을 쉽게 하고 정확한 치근단 와동을 형성하기 위하여 Grossman<sup>4</sup>)은 치근단 와동형성시 microhead contra-angle과 minibur의 사용을 추천해 왔고, Reit와 Hirsch<sup>4</sup>)는 수동기구로 치근단 와동형성시 편리성을 보고하였으며, Flath와 Hicks<sup>5</sup>)는 초음파 기구로 치근단 와동형성시 임상 성공률을 보고하였다.

치근단 와동 충전재로는 치과용 아말감을 들 수 있으며, 이의 장점으로는 조작이 용이하고, 방사선이 불투과성이며, 흡수되지 않고 미생물의 성장에 관여하지 않으며, 특히 경화후 팽창과 부식에 의해 와동 적합성이 증가하여 밀폐성이 우수한 것으로 보고되어지고 있다<sup>6,7</sup>). 이외에 치근단 와동 충전재로 polycarboxylate cement<sup>8</sup>), cavit<sup>9,10</sup>), zine-oxide-eugenol<sup>11</sup>), glass ionomer cement<sup>12</sup>), gold foil<sup>13</sup>), composite resin<sup>14</sup>)등이 이용되었으며, 최근 glass ionomer cement에 은분말을 첨가하여 물리적 성질을 보강하고 방사선 불투과성을 증가시킨 silver glass ionomer cement<sup>15,16</sup>)을 사용하게 되었고 이의 장점으로 조작이 용이하고, 경화시간의 단축으로 인해 수술영역에서의 오염을 감소시킬 수 있게 되었고 Schwartz와 Alexander<sup>15</sup>)는 silver glass ionomer cement과 치과용 아말감의 근단폐쇄 능력을 비교 평가하여 보고하였다.

충전재료의 밀폐성을 측정하기 위한 연구방법들은

methylene blue, eosin, methyl violet, hematoxylin, mercuric chloride, prontosil, soluble red, aniline, basic fuchsin, crystal violet, fluorescent dye등을 이용한 염색액 침투에 의한 방법<sup>14,15,17,18</sup>), 공기압력법<sup>19</sup>), 미생물을 이용하는 방법<sup>20</sup>), 방사선 동위원소를 이용하는 방법<sup>21</sup>), SEM<sup>22,24</sup>), 전기화학법<sup>24-26</sup>)등이 보고되었다. 현재까지 치근단 와동형성시 주로 소형 contra-angle과 bur를 사용하여 왔으나 시술부위로의 접근이 쉽지 않아 어려움이 많았다. 최근 치근단 와동형성을 가능케하는 초음파 기구가 개발되어 시술상의 편의성을 얻었으나 초음파 기구로 치근단 와동형성후 역충전시 근관의 밀폐성에 대하여는 논의의 여지가 있어 본 연구를 시행하였으며, 동시에 치근단 와동 충전재로서 치과용 아말감과 silver glass ionomer cement의 근관 밀폐능력을 평가하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험방법

최근에 발견된 상악전치, 하악전치 90개를 실험 대상으로 하여 생리식염수에 보관하고 치근표면에 부착된 잔사물과 치석을 제거한 후 #557 fissure bur를 장착한 고속 handpiece를 이용하여 치경부에서 치관을 절단하고 5% NaOCl에 24시간 보관하였다. 근관 길이를 #10 K-type file을 사용하여 근침보다 1mm 짧게 측정한 후 5% NaOCl을 사용하여 근관을 세척하면서 H-file을 사용하여 step back 방법으로 근관 형성한 후 근관을 paper point로 건조시킨 다음 gutta-percha와 ZOE sealer를 사용하여 측방가압법으로 근관 충전하였다.

충진된 근관의 치경부측은 #34 carbide bur를 사용하여 와동 형성하고 ZOE cement로 밀폐시킨후 치근단을 #701 carbide bur로 근단에서 2mm 부위까지 절단하였다. 10개의 치아를 대조군으로 사용하였고 나머지 80개의 치아를 20씩 4군으로 나누어 두개 구강모형에 해부학적 위치에 따라 sticky wax를

이용하여 고정시킨 후 다음과 같이 치근단 와동을 폭 1mm, 깊이 2mm로 와동을 형성하고 아말감 또는 silver glass ionomer cement로 역충전 하였다(그림 1).

대조군 : 치근단 절제만 시행

1군 : 소형 contra-angle과 bur로 와동형성후 아말감 충전

2군 : 소형 contra-angle과 bur로 와동형성 후 S. G. I. cement로 충전

3군 : 초음파 micro-endo tip으로 와동형성후 아말감 충전

4군 : 초음파 micro-endo tip으로 와동형성후 S. G. I. cement로 충전(표 1)

대조군을 포함하여 역충전한 모든 시편을 치근단의 절단면을 제외한 치근표면에 copalite 2회, nail var-

nish 2회 도포한 후 시편들을 1% methylene blue 용액에 치근단 1/3이 잠기도록 3일간 보관하였다. 시편들을 흐르는 물에 세척, 건조시킨 후 근관충전물과 역충전물의 중앙이 치근의 장축에 평행한 면으로 노출되게 #80, 100, 120, 220, 1000 연마지에 연마하였다. 모든 시편들을 금속 현미경으로 관찰하여 치근단와동이 치근의 중앙 및 근관충전물의 중앙에 형성되지 못한 시편들을 제외시켰다. 각 시편에서 충전물과 와동벽 또는 근관벽 사이로 침투한 염색액의 깊이를 measuring microscope( $\times 30$ )로 측정하였고 각 군에서의 측정치를 비교하였으며 통계적 검증을 하였다.

### III. 실험성적

각 시편들을 measuring microscope로 관찰한 결과 모든 군에서 염색액의 침투를 볼 수 있었으며 침투 양상은 치근단의 절단부에서 근관쪽으로 그리고 충전물과 상아질벽 사이로부터 상아질 세관을 통해 치근의 외면쪽으로 침투되어 있었다. 각 군의 염색액 침투깊이는 표 2와 같으며 대조군에서 가장 크게 나타났고 IV군에서 가장 적은 침투를 보였다.

치근단 절제만을 시행한 대조군에 비해 소형 contra-angle로 와동 형성후 아말감으로 역충전한군(I군)과 초음파 기구로 와동형성후 아말감으로 역충전한 군(III군)은 적은 변연누출을 보였지만 유의한 차이는 보이지 않았다( $P > 0.05$ ). 그러나 대조군에 비해 소형 contra-angle로 와동형성후 silver glass

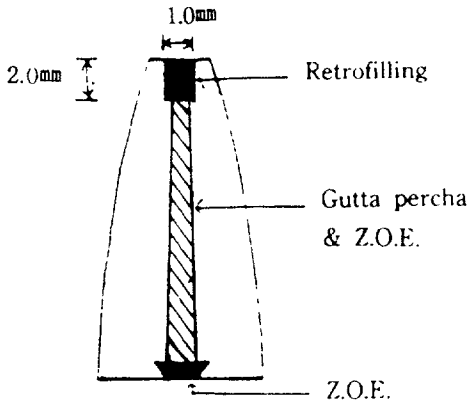


Fig. 1. Diagram of the sample.

Table 1. Instruments and materials used in this study.

Group	Instrument for apical cavity preparation	Retrofilling material
control	No apical cavity	No retrofilling
I	Mini contra-angle and bur	Amalgam
II	mini contra-angle and bur	S. G. I. cement
III	Ultrasonic micro endo tip	Amalgam
IV	Ultrasonic micro endo tip	S. G. I. cement

Amalgam(Dong Myung Dent. Co.)

S. C. I. cement : Silver glass ionomer cement(G. C. Int. Co.)

Mini contra-angle and bur(KAVO CO.)

Ultrasonic micro endo tip(NEOSONIC, AMADENT Co.)

ionomer cement로 역충전한 군(II군)과 초음파 기구로 와동형성후 silver glass ionomer cement로 역충전한 군(IV군)은 통계적으로 유의한 적은 변연누출을 보였다( $P < 0.05$ ).

초음파 기구로 와동형성후 아말감으로 역충전한 군(III군)은 소형 contra-angle로 와동형성후 아말감으로 역충전한 군(I군)보다 적은 변연누출을 보였지만 유의한 차이는 보이지 않았고( $P > 0.05$ ), 초음파 기구로 와동형성후 silver glass ionomer cement로 역충전한 군(IV군)은 소형 contra-angle로 와동형성후 silver glass ionomer cement로 역충전한 군(II군)보다 적은 변연누출을 보였지만 유의한 차이는 보이지 않았다( $P > 0.05$ ).

소형 contra-angle로 와동형성 후 silver glass ionomer cement로 역충전한 군(II군)은 동일 기구로 와동형성후 아말감으로 역충전한 군(I군)보다 통계적으로 유의한 적은 변연누출을 보였고( $P < 0.01$ ), 초음파 기구로 와동형성후 silver glass ionomer cement로 역충전한 군(IV군)은 동일기구로 와동형성후 아말감으로 역충전한 군(III군)보다 통계적으로 유의한 적은 변연누출을 보였다( $P > 0.05$ ).

Table 2. Mean depth of liner dye penetration (mm).

Group	Sample number	Mean ± S. D.	
control	10	5.08 ± 1.92	
I	20	4.79 ± 1.44	
II	19	2.46 ± 0.65	*
III	18	1.62 ± 0.65	
IV	19	2.11 ± 1.17	* *

Table 3. Statistical evaluation of group by group.

	control	group I	group II	group III
control				
group I	NS			
group II	**	**		
group III	NS	NS		
group IV	**		NS	**

ANOVA and scheffe test( $P < 0.01$ )

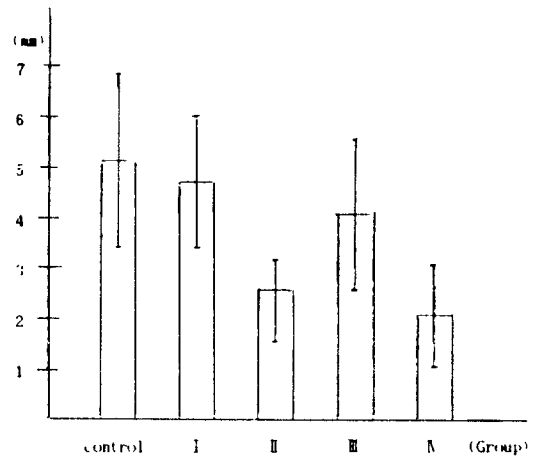


Fig. 2. Comparison of dye penetration depth

#### IV. 총괄 및 고안

외과적 치근단 절제시 치근단의 완전한 밀폐를 위해 치근단 와동형성후 역충전이 중요하며 이를 위해 Grossman<sup>1)</sup>, Cohen과 Burns<sup>27)</sup>, Ingle<sup>3)</sup> 등은 microhead contra-angle과 minibur의 사용을 추천해 왔으나 시술부위의 접근이 쉽지 않아 어려움이 많았다. 이러한 한계성을 극복하기 위해 많은 연구가 행해졌고 Reit와 Hirsch<sup>4)</sup>는 치근단 와동 형성시 수동기구를 사용하여 시술부위의 접근의 편의성을 얻었고 임상적 시행에서 만족할 만한 결과를 얻었다고 보고하였고 Flath와 Hicks<sup>5)</sup>는 engine-driven contra-angle handpieces와 초음파 기구의 사용으로 치근단 와동형성의 편리성을 보고하였다.

1957년 Richman이 처음으로 근관치료 영역에 초음파기구의 사용을 시도하여 치수개방, 근관형성, 근관세척, 근관의 건조에 초음파 기구를 사용하였으며 초음파 기구의 골 삭제 효과를 관찰하여 치근단 외과술에서의 사용가능성에 대해서도 보고하였다. Flath와 Hicks<sup>5)</sup>는 치근단 와동형성과 역충전에 Cavi-Endo(Dentsply Int. Co.)와 Endostar 5(Syntex dental procucus) 초음파 기구를 사용하여 임상적으로 성공한 증례를 보고한 바 있으나 근관확대를 위하여 고안된 기기에서 #15, #25 Cavi Endo File의 길이를 감안해 볼때 외과적 근관 치료시 치근단 와동형성에 사용은 어려울 것으로 사료된다. 본 연구에

서는 두개 구강 모형에 해부학적 위치에 따라 실험 치아를 고정시킨 후 치근단 와동형성을 위해 고안된 Micro-endo tip을 장착한 Neosonic(AMADET Co.) 초음파기기를 사용하여 치근단 와동을 형성한 후 역충전하였고 소형 contra-angle과 bur를 사용하여 치근단 와동을 형성한 후 역 충전한 결과와 비교시 근단폐쇄 효과에 있어서 유의한 차이는 보이지 않는다. 그러나 초음파 기구를 사용하여 치근단 와동을 형성하였을 때와 소형 contra-angle과 bur를 사용하여 치근단 와동을 형성하였을 때와 비교하여 시술상 편리하였으며 정확한 치근단 와동을 형성할 수 있었다.

치근단 와동에 사용하는 충전재료는 외과적 근관 치료의 상황을 고려하면 조작이 용이하고, 흡수가 없고, 체적 안정성이 있어야 하고, 조직에 위해작용이 없고 방사선에 불투과성이어야 한다. Orr<sup>28)</sup>는 역 충전재료로서 아말감이 조작이 쉽고 방사선에 불투과성이며, 조직에 해가 없으며, 충분한 변연 폐쇄효과가 있다고 보고하였고 Delivanis와 Tabibi<sup>10)</sup>도 시간의 증가에 따라 아말감의 변연 폐쇄효과의 증가를 보고하였다. 치근단 와동충전재로서 아말감은 아연을 함유하지 않은 아말감이 많이 사용되고 있는데 Kimura<sup>6,7)</sup>는 무아연 아말감과 아연 아말감의 치근단 조직반응과 변연 폐쇄효과의 비교연구에서 유의한 차이를 보이지 않는다고 보고하였고 Gordon<sup>29)</sup> 등은 electrochemical system을 사용하여 아말감의 조성과 폐쇄효과에는 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 반면에 Ommell<sup>30)</sup>은 아연 아말감으로 역충전시 아연의 주변 골조직에서 골의 파괴 양상을 보인다고 보고하였으며 이에 근거하여 치근단 와동을 아말감으로 충전시 아연 아말감이 선호되는 것으로 사료되며 본 연구에서도 무아연 아말감을 사용하였다.

아말감의 변연폐쇄 능력을 향상시키기 위한 방법으로 와동벽에 varnish를 도포함으로써 변연누출의 감소를 보인다는 보고들이 있다. Tronstad<sup>21)</sup> 등은 수중 아말감으로 역충전후 변연 밀폐효과의 비교에서 cavity varnish 사용시 변연 밀폐효과의 우수성을 보고하였고 Gordon<sup>29)</sup> 등도 varnish를 도포한 후 아말감을 충전하였을 때 변연누출의 감소를 보인다고 보고하였다.

본 연구에서는 와동벽에 varnish를 도포하지 않은

상태로 아말감을 역충전한 모든 표본에서 색소의 침투를 보였으며 변연폐쇄 효과에서 대조군과 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 Tronstad<sup>21)</sup>나 Gordon<sup>29)</sup> 등의 결과와 상이한 것으로 와동형성후 아말감 역충전전에 varnish 도포로 염색액 침투를 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

아말감으로 역충전시 경화반응이 늦어 주위조직을 오염시킬 가능성이 높고, 부식성이 있으며, 수에 의한 치근단 조직 자극과 충전시 아말감 잔사들이 분산가능성이 있기 때문에 많은 연구자들이 새로운 재료 및 방법들을 연구했는데 Smee<sup>14)</sup> 등은 수중 역충전재의 변연 폐쇄효과에 관한 비교연구에서 Teflon과 P-30 resin이 가장 높은 변연폐쇄 효과를 나타냈고 Teflon과 P-30 resin, IRM에 비해 아말감이 가장 낮은 변연폐쇄 효과를 나타냈다고 보고하였고 Bondra<sup>18)</sup> 등은 EBA cement, IRM, varnish 도포한 아말감의 변연누출에 관한 비교연구에서 IRM과 EBA cement이 아말감에 비해 현저한 적은 변연누출을 보였고 EBA cement과 IRM은 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였으며 Moodnick<sup>31)</sup> 등은 아말감으로 역충전후 SEM으로 관찰한 결과 아말감과 와동벽사이에 150 $\mu$ m의 간격을 발견하였다고 보고하였고 Stabholz<sup>22)</sup> 등도 SEM을 이용하여 Restodent, ZPC, Cavit-W, Duralon, 아말감으로 역충전후 변연 적합성을 연구하여 Restodent가 가장 우수하고 Amalgam이 다른 4가지 충전재에 비해 가장 낮은 폐쇄 효과를 보였다고 보고하였다. Zetterqvist<sup>12)</sup> 등은 아말감과 glass ionomer cement의 역충전시 glass ionomer cement이 훨씬 높은 변연폐쇄 효과를 가져 왔으며 아말감과 glass ionomer cement 모두 시간 경과에 따른 누출은 유의할 만한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. Silver glass ionomer cement은 aluminosilicate glass powder와 polyacrylic acid liquid 혼합물로써 범랑질과 상아질에 극성, 이온결합 또는 물리 화학적 결합을 하며<sup>32,33)</sup> glass ionomer cement의 물리적 성질을 보완하기 위해 은분말을 첨가한<sup>34,35)</sup> 역충전재로서 최근 임상적 사용이 점증하고 있는 바 Schwartz와 Alexander<sup>15)</sup>는 역충전후 변연폐쇄 효과를 비교하기 위해 2% Methylene blue 용액에 7일간 보관후 평가한 결과 silver glass ionomer cement가 아말감보다 더 적은 변연누출을 나타냈음을 보고하였고 Pissiotis<sup>16)</sup>는 silver glass ionomer와 아말감으로

역충전후  $^{51}\text{Cr}$  method를 이용하여 생체 적합성을 비교하기 위해 평가한 결과 silver glass ionomer가 아말감보다 적은 독성효과를 나타냈다고 보고하였다. 반면에 King<sup>36)</sup> 등은 수중 역충전재의 변연 폐쇄 효과를 비교하기 위해 24th, 1, 2, 3주, 1, 2, 3달의 간격을 두고 평가한 결과 Ketac-silver에서 가장 높은 변연누출을 나타냈다고 보고하였는데 Schwartz와 Alexander, King의 상반된 결과는 치근단 와동형성후 산치리에 의한 상아질의 도말층 제거로 인해 충전물의 접착 능력을 향상시켰고 충전후 varnish의 도포로 인해 색소의 침투를 막은 것으로 보여진다. 본 연구에서 glass ionomer cement으로 충전한 군이 대조군이나 아말감으로 충전한 군보다 유의한 적은 변연누출을 보여 주고 있는데 이는 와동형성후 Dentin conditioner(G. C. Int. co.)의 사용으로 접착능력을 향상시킨 것으로 사료된다. 그러므로 아말감으로 역충전시 varnish의 사용과 silver glass ionomer cement으로 역충전시 산치리는 변연적합성을 증가시킬 수 있으며, 근단부 와동형성시 기구의 적절한 도달을 위해 기구의 발달과 역충전 재료의 생적합성에 대해 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

최근 발거된 상악 전치, 하악 전치의 치관을 절제하고 step back 방법으로 근관을 형성한 후 측방 가압법으로 gutta percha와 Z. O. E. sealer를 사용하여 충전하고 치근단 절제를 시행하였다. 그후 치근단와동을 초음파 기구 또는 소형 contra-angle과 bur를 사용하여 폭 1mm, 깊이 2mm로 형성하고 아말감 또는 silver glass ionomer cement로 역충전하고 변연누출을 비교하기 위해 1% Methylene blue 용액에 치근단 1/3이 잠기도록 3일간 보관후, 치근의 장축에 평행하게 절단, 연마시켜 염색액의 침투 정도를 측정하여 통계적 분석결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치근단 와동형성에 사용된 기구에 관계없이 아말감으로 역충전한 군은 치근단 절제만을 시행한 대조군에 비해 적은 변연누출을 보였지만 유의한 차이는 보이지 않았고( $p>0.05$ ) silver glass ionomer cement로 역충전한 군은 대조군에 비해 유의한 적은 변연누출을 보였다( $p<0.01$ ).

2. 동일 재료로 역충전한 경우 초음파 기구로 치근단 와동을 형성한 군은 소형 contra-angle로 치근단 와동을 형성한 군보다 적은 변연누출을 보였지만 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ).
3. 동일 기구로 치근단 와동을 형성한 경우 silver glass ionomer cement로 역충전한 군보다 유의한 적은 변연누출을 보였다( $p<0.01$ ).

## REFERENCES

1. Grossman, L. I., Oliet, S. and Del. Rio, C. D. : Endodontic practice, 11th ed., Philadelphia, Lea & Febriger, 301-304, 1988.
2. Wein, F. : Endodontic therapy, 4th ed., St. Louis, C. V. Mosby Co., 494-511, 1989.
3. Ingle, J. L. : Endodontics 3rd ed., Philadelphia, Lea & Febriger, 657-660, 1985.
4. Reit, C. and Hirsch, J. : Surgical endodontic retreatment. Internationl Endodontic Journal 19, 107-112, 1986.
5. Flath, R. K. and Hicks, M. L. : Retrograde instrumentation and obturation with new devices. Journal of Endodontics, 13 : 546-549, 1987.
6. 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 : 359-363, 1982.
7. 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 : 407-409, 1982.
8. 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 : 109-116, 1979.
9. Finne, K., Nord, P. G., Persson, G. and Lennartsson, B. : Retrograde root filling with amalgam and Cavit. Oral Surg., 43 : 621-628, 1977.
10. Delivanis, P. and Tabibi, A. : A comparative

- Sealability Study of different retrofilling materials. *Oral Surg.*, 45 : 273–281, 1978.
11. Nicholls, E. : Retrograde filling of the root canal. *Oral Surg.*, 15 : 463–473, 1962.
  12. L. Zetterqvist, G., Anneroth and A., Nordenram : Glass-ionomer cement as retrograde filling material. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, 16 : 459–464, 1978.
  13. Kopp, W.K. and Kresberg, H. : Apicoectomy with retrograde gold foil in new technique. *N. Y. Dent. J.*, 39 : 8, 1987.
  14. 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 : 117–121, 1987.
  15. Schwartz, S. A. and Alexander, J. B. : A comparison of leakage between silver glass ionomer cement and amalgam retrofillings. *J. Endod.*, 14 : 385–391, 1988.
  16. E. Pissiotis, G. Sapounas, L. S. W. Spangberg. : Silver glass ionomer cement and a retrograde filling material : A study in vitro. *J. Endod.*, 17 : 225–229, 1991.
  17. Tuggle, S. T., Anderson, R. W., Pantera, E. A. and Neaverth, E. J. : A dye penetration study of retrofilling materials. *J. Endod.*, 15 : 122–124, 1989.
  18. Bondra, D. L., Hartwell, G. R., Macpherson, N. G. and Portell, F. R. : Leakage in vitro with IRM, high copper amalgam, and EBA cement as retrofilling materials. *J. Endod.*, 15 : 157–160, 1989.
  19. Derkson, G. D., Pashley, D. H. and Derkson, M. E. : Microleakage measurement of Selected restorative materials : A new in vitro method. *J. Prost. Dent.*, 56 : 435–442, 1986.
  20. Kos, W. L., Aulozzi, D. P. and Gerstein, H. : A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J. Endod.*, 8 : 355–358, 1982.
  21. Tronstad, L., Trope, M., Doering, A. and Haselgren, G. : Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy. *J. Endod.*, 9 : 551–553, 1983.
  22. Stabholz, A., Shani, J., Friedman, S. and Abed, J. : Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with seal ability. *J. Endod.*, 11 : 218–223, 1985.
  23. 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.
  24. Mattison, G. D. and Von Fraunhofer, J. A. : Electrochemical microleakage study of endodontic sealer/cements. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 55 : 402–406, 1983.
  25. Jacobson, S. M. and Von Fraunhofer, J. A. : The investigation of microleakage in root canal therapy. *Oral Surg.*, 42 : 817–822, 1976.
  26. Delivanis, P. D. and Chapman, K. A. : Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration. *Oral Surg.*, 53 : 410–416, 1982.
  27. Stephen Cohen, Richard C. Burns : Pathways of the pulp, 5th ed., St. Louis, C. V. Mosby co., 594–598, 1990.
  28. Orr J. Simplified retrograde endodontics. *J. Missouri Dent. Assoc.*, 51 : 7–10, 1971.
  29. Gordon, D. M., J. Anthony, D. Delivanis, Arthur, N. Anderson. : Microleakage of Retrograde Amalgams. *J. Endod.*, 11 : 340–345, 1985.
  30. Omnell, K. : Electrolytic precipitation of zinc carbonate in the jaw. An unusual complication after root resection. *Oral Surg.*, 12 : 46, 1956.
  31. Moodnik, R. M., Levey, M. H., M. H., Besen, M. A., Borden, B. G. : Retrograde amalgam filling : a scanning electron microscopic study. *J. Endod.*, 1 : 28–31, 1975.
  32. Brandau, H. E., Zimiecki, T. L. and charbeneau, G. T. : Restoration of cervical contours on non-prepared theeth using glass-ionomer cement : a 4½-year report. *J. A. D. A.* 104 : 738–743,

- 1984.
33. Wilson, A. D. and McLean, J. W. : Glass ionomer cement, Chicago, Quintessence Publishing co., 1988.
34. Swift, D. J. : Glass ionomers : a review for the clinical dentist. *Gen. Dent.*, 34 : 468-471, 1986.
35. Walls, A. W. G., Adamson, J., McCabe, J. I., Murray, J. J. : The properties of a glass polyalkenate(ionomer) cement incorporating sintered metallic particles. *Dent. Mater.*, 3 : 113-116, 1987.
36. King, K. T., Anderson, R. W., Pashley, D. H., Pantera, E. A. : Longitudinal evaluation of the seal of endodontic retrofilling. *J. Endod.*, 16 : 307-310, 1990.