

## Injection technique 에 의한 retroseal 의 변연폐쇄능에 관한 실험적 연구

원광대학교 치과대학 보존학 교실  
신영근 · 최기운 · 이인숙

### Abstract

#### A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN INJECTION - MOLDED THERMOPLASTICIZED GUTTA - PERCHA AND SILVER AMALGAM AS RETROSEAL

Young Keun Sin, Gi Woon Choi, In Sook Lee

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Won Kwang University*

The purpose of these study was to compare the sealing ability of a injection-molded thermoplasticized gutta-percha and silver amalgam as retroseal material in vitro.

Sixty two upper and lower extracted human teeth with single root were randomly selected and instrumented in a conventional method with H-file. After instrumentation the root canal was obturated with gutta-percha by lateral condensation technique with AH26 and an apicoectomy was performed by beveling the root tip 45 angle. In the experimental group 1 and 2, a class I preparation was made and filled with silver amalgam or gutta-percha and in the experimental group 3 an apicoectomy only was performed. All specimens were immersed in black Indian ink, decalcified and cleared. The depth of dye penetration into the canals were evaluated by califer.

The results were as follows ;

1. The experimental group 1 displayed the smallest mean dye penetration as 0.45mm.
2. The experimental group 3 displayed the greatest mean dye penetration as 0.65mm.
3. There was the difference in dye penetration between each group, but the difference was not statistically significant(P>0.05).

### I. 서 론

근관 치료의 목적은 치수조직의 철저한 제거와 근관을 완전히 폐쇄하여 치아를 유지시키므로써 저작 기능과 심미적 기능의 회복에 있다. 그러나 통법에 의한 근관 치료가 불가능하여 근관충전이 불충분한 경우 치근단부위에 조직액의 저류 또는 자극제의 잔존으로 치근단 조직이 자극을 받으므로 근관 치료의 실패를 야기시킨다<sup>24, 28, 34</sup>).

이와 같이 통법에 의한 근관치료가 실패한 경우와 기구의 파절, 근관의 석회화, 심한 만곡등으로 인하여 근관을 통하여 근관 충전이 불가능한 경우 치근단 절제술과 함께 retroseal 을 함으로써 충전되지 않은 근관과 치근단 병소가 제거되고 근관내에

자극제가 저류될 장소가 소실될 뿐만 아니라 치근단 변연폐쇄가 증진되므로 치근단 병소의 치유가 촉진된다<sup>3, 16, 23, 36</sup>).

Retroseal 의 이상적인 재료는 치근단 조직과 친화성이 있어야 하고, 변연폐쇄능이 우수하여야 하며, 크기의 안정성이 있어야 하고, 조작이 용이하여야 하며, 경화가 빨라야 하고, 방사선불투과성과 향균성이 있어야 하며, 발암성이 없어야 한다<sup>1)</sup>. 그러나 retroseal 의 재료에 관하여 많은 학자들의 연구가 계속되고 있으나 아직 이상적인 재료는 개발되지 않고 있다.

이중 amalgam 은 치근단 조직과 친화성이 있고<sup>10, 20</sup> 조작이 용이하며, 쉽게 구할 수 있고, 방사선 불투과성이며, 변연폐쇄능이 우수하여 retroseal

재료로 많이 사용되고 있다<sup>6,26,33</sup>). 반면에 amalgam은 부식되며 수은이 치근단조직내로 파급되고<sup>30</sup>, 경화시간이 길며<sup>5</sup>, 변연폐쇄능이 떨어지는 단점이 있다<sup>1,13,33</sup>).

Rud 등<sup>27</sup>)은 gutta-percha와 sealer로 근관충진된 치아를 치근단 절제술만 행한 경우가 amalgam으로 retroseal하는 경우보다 성공율이 높다고 보고하였으며, Tanzilli 등<sup>31</sup>)은 근관충진후 치근단 절제술만 행하는 것이 hot instrument로 burnishing하는 것보다 변연폐쇄가 우수하다고 보고하였다.

한편 gutta-percha는 1867년 Bowan에 의하여 소개된 이후 근관 충전제로 가장 많이 사용되고 있는 재료로 조직에 자극이 적고 근관벽에 적합성을 갖으며<sup>12,13,23</sup>, 치근단 조직과 친화성이 우수하다<sup>17</sup>).

Injection-molded thermoplasticized gutta-percha method는 최근에 근관충전방법으로 많이 사용되고 있는 방법으로 Yee 등<sup>35</sup>), Czonstkowsky 등<sup>6</sup>), Michanowicz와 Czonstkowsky<sup>21</sup>), El. Deeb<sup>7</sup>)는 측방가압법 또는 수직가압법과 비교할때 비슷하거나 보다 우수한 근관 변연폐쇄를 보였다고 보고하였으며, Torabinajed 등<sup>32</sup>)과 Michanowicz 등<sup>22</sup>)은 주사전자현미경을 이용하여 비교한 결과 근관벽에 적합성이 우수하다고 보고하였다. 또한 이 방법은 사용이 간편하고 시술시간을 단축하며, 소성유동(flow)이 좋아 근관의 해부학적 형태를 재현하는 장점이 있어 삼차원적인 근관충전을 할 수 있는 장점이 있다<sup>6,19,30</sup>). Flath와 Hicks<sup>11</sup>)은 통법에 의해 근관치료가 불가능한 경우를 injection-molded thermoplasticized gutta-percha method와 sealer를 사용하여 근관치료에 성공한 증례를 보고하였으며, Escobar 등<sup>8</sup>)은 injection method와 병용하여 gutta-percha를 retroseal한 경우와 amalgam으로 충전한 경우를 비교한 결과 유사한 변연폐쇄를 보였다고 보고하였다.

이에 저자는 근관충전방법으로 최근에 소개되고 있는 injection-molded thermoplasticized gutta-percha method가 치근단 절제술후 치근단 폐쇄방법으로 이용될 수 있는지의 여부를 판단하기 위하여 이 방법으로 gutta-percha를 충전한 근관 amalgam으로 충전한 군 그리고 치근단 절제술만 행한 군간의 치근단 변연폐쇄 정도를 투명표본제작 방법으로 비교 관찰한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 실험방법

### 1. 실험재료

발거한 상하악 전치중 치근단이 완성된 단근치 62개를 실험대상으로 하였으며, H-file을 사용하여 근관형성을 하고 gutta-percha(Sure-Endo, Sure Products Ltd. U.S.A.)와 Accessory cone(G-C Dental Industrial Corp., Japan) 및 AH 26(De Trey Co., Switzerland)를 사용하여 근관충진을 하였다.

Retrograde 충전재료로는 silver amalgam(Hi-seong-Engelhard Corp., Korea)과 gutta-percha(Unitek Corp., U.S.A.)을 사용하였다.

### 2. 실험방법

치아를 발거한 즉시 생리적 식염수에 보관하였으며 근관형성전에 5% NaOCl 용액에 24시간 넣어 치근에 부착된 유기잔사물을 제거하였다. #4 round bur를 사용하여 와동을 형성한 다음 #10 file을 치근단공 밖으로 통과시켜 근관을 확인하고 작업길이는 해부학적 치근단으로 부터 1mm 짧게 하였다. 근관형성은 통법에 의하여 5% NaOCl 용액하에서 H-file을 사용하여 #40 H-file 크기까지 확대한 다음 #2-3 Gate-Glidden drill을 사용하여 근관입구를 확대하고 생리적 식염수로 세척한 후 paper point를 사용하여 근관을 건조시켰다.

이와 같이 준비된 치아에 gutta-percha와 accessory cone 및 AH 26를 사용하여 측방 가압법으로 근관충진을 하고 근관입구를 산화아연유지닐 시멘트로 가봉한 후 #701 fissure bur를 이용하여 치아장축에 45도로 경사지게 주수하여 치근단을 절단한 후 #2 round bur를 사용하여 2mm 깊이의 1급와동을 형성하였다. Retrograde 충전제의 변연누출의 정도를 관찰하기 위하여 60개의 치아를 임의대로 3개 실험군으로 나눠 실험 제 1군은 20개 치아로 hand instrument를 사용하여 silver amalgam으로 충전하고, 실험 제 2군은 20개 치아로 heated gutta-percha delivery system(Obtura, Unitek, U.S.A.)을 이용하여 23 gauge applicator tip으로 gutta-percha를 충전하였으며, 실험 제 3군은 20개 치아로 치근단 절제만 하고 retroseal은 하지 않았다(Table II). 또한 2개 치아는 black Indian ink의 침투를 확인하기 위하여 실험군과 동일하게 근관

Table I. The distribution of teeth

Group	Filling material	No. of teeth
1	Amalgam	20
1	Gutta-percha	20
3	Apicoectomy only	20
Total		60

Table II. Measurements of depth of apical dye penetration

Sample unit	Am.	G-P.	A.
1	0.0	0.7	0.35
2	0.0	0.6	0.0
3	0.0	1.0	0.0
4	0.0	0.5	0.6
5	0.0	1.0	0.85
6	2.0	2.0	0.0
7	2.0	0.4	0.7
8	0.0	1.1	2.3
9	0.0	0.7	2.2
10	2.0	0.4	0.0
11	0.0	0.5	0.0
12	0.2	0.4	0.0
13	0.3	0.0	0.0
14	2.0	0.0	0.0
15	2.0	0.0	2.0
16	0.0	0.0	2.5
17	0.0	0.0	0.5
18	0.0	0.0	0.4
19	0.0	0.0	0.1
20	0.5	0.0	0.0
Total	9.0	9.2	13.0
Mean	0.45	0.46	0.65
SD	0.816	0.525	0.866

Am.= Amalgam  
 G-p.= Gutta-percha  
 A.= Apicoectomy only  
 SD=Standard deviation

Table III. t-test analysis of data presented in Table II.

Group that are compared	Significance
Group 1/ Group 2	NS
Group 2/ Group 3	NS
Group 2/ Group 3	NS

Group 1=amalgam retrosealed  
 Group 2=Endodon, retrosealed  
 Group 3=apicoectomy only  
 NS=not significant(P>0.05)

확대 후 근관충전을 하지 않았다.(Table I).

각 치아의 치근단공 주위 2mm 만 남기고 치아의 전표면에 nail varnish 를 2회 도포하고 건조시킨 후 black Indian ink(Windsor and Newton, England) 에 24 시간 침적시켰다. 흐르는 물에 여분의 잉크를 세척하고 nail varnish 를 제거한 다음 5% 질산으로 7일간 탈회하고 여분의 질산은 5분간 흐르는 물에 세척한 다음 70%, 80%, 99% 알콜순으로 1일간 탈수시키고 methyl salicylate(Junsei Chemical Co., Ltd., Japan)로 처리하여 투명표본을 제작하였다. 개개 근관의 색소침투 정도를 10배 확대경하에서 Vernier Caliper(Mituto Co., Japan)를 이용하여 mm 단위로 측정하였으며 각 실험군간의 유의성을 판정하기 위하여 Student's t-test 를 이용하였다.

### III. 실험성적

Amalgam 또는 gutta-percha 로 retroseal 한 군과 치근단 절제술만 행한 군의 색소침투 정도는 Table II와 같다.

실험 제 1군에서 색소침투의 정도는 최고 2.0 mm, 최저 0.0mm 로 평균 0.45mm 를 보였으며(그림 1,2), 실험 제 2군에서는 최고 2.0mm, 최저 0.0mm 로 평균 0.4mm 를 보였고(그림 3,4), 실험 제 3군에서는 최고 2.5mm, 최저 0.0mm 로 평균 0.65mm 를 나타냈다(그림 5,6).

색소침투를 확인하기 위하여 사용된 2개의 치아는 근관 전체에 걸쳐 색소침투를 보였다(그림 7).

각 군간의 비교를 Student's t-test 로 한 결과 군간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(P>0.05)(Table III).

Am



Fig. 1. Experimental sample with amalgam retroseal exhibiting no dye penetration.

Am



Fig. 2. Experimental sample with amalgam retroseal exhibiting severe dye penetration.

G-P

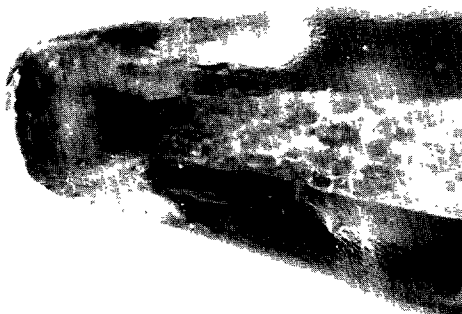


Fig. 3. Experimental sample with gutta-percha retroseal exhibiting no dye penetration.

G-P



Fig. 4. Experimental sample with gutta-percha retroseal exhibiting slight dye penetration.

Apico



Fig. 5. Experimental sample with apicoectomy only exhibiting no dye penetration.

Apico

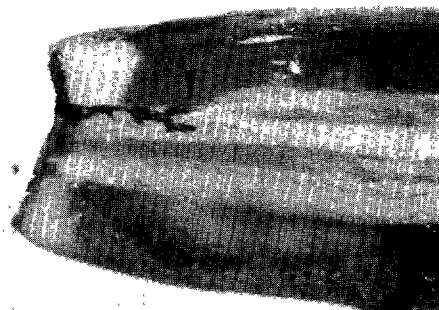


Fig. 6. Experimental sample with apicoectomy only exhibiting severe dye penetration.

Cont

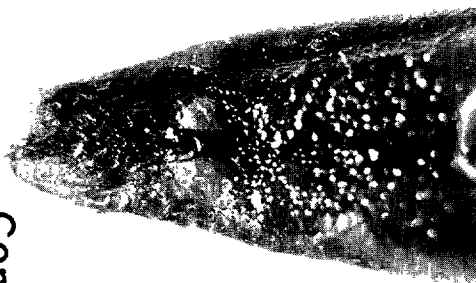


Fig. 7. Control sample exhibiting dye penetration through all the root canal.

Am : Amalgam  
G - P : Gutta-percha  
Apico : Apicoectomy only  
Con : Control sample

#### IV. 총괄 및 고안

치근단 절제술후 retroseal 은 치근단을 폐쇄하므로써 근관으로 부터 자극제가 치근단 조직으로 누출됨을 방지하는데 있다. Ingle<sup>16)</sup>과 Harty 등<sup>14)</sup>은 부적절한 근관충진이 근관치료 실패의 주원인이라 하였으며, Altonen 과 Mattila<sup>2)</sup>는 치근단 절제술후 부적절한 retroseal 이 외과적 근관치료 실패의 가장 큰 요인이라고 보고하였다. 이에 따라 retroseal 재료에 대한 연구가 계속되고 있다.

치근단 변연폐쇄에 대한 연구 방법으로는 색소 침투도 관찰법, 세균침투법, 주사전자현미경 이용 방법, 전기화학적 방법, 방사선 동위원소 이용 방법등 여러가지가 있으나 본 실험에서는 black Indian ink 를 사용하여 색소침투 정도를 투명표본으로 제작하여 관찰하였다.

Kwan 과 Harrington<sup>16)</sup>은 여러가지 색의 ink 를 사용하여 실험한 결과 Indian ink 는 탈회과정동안 용해되지 않는다고 하였으며, 색소침투정도를 관찰하는 방법으로 치아 절단법과 투명표본제작법이 있는데, 치아 절단법은 절단시 부주의로 인한 색소소실의 우려가 있는 반면에 투명표본제작법은 제작시간이 많이 걸리고 탈회과정중 유기질의 소실로 수축되는 단점이 있으나, 색소의 침투정도를 입체적으로 관찰할 수 있고, 충전된 상태를 관찰할 수 있으며, 제작방법이 간단하고 효과적이라고 생각되어 본 실험에서 이용하였다. 치아의 수축은 탈회액의 산도를 낮추어 장기간에 걸쳐 탈회하면 감소시킬 수 있다<sup>26)</sup>.

본 연구의 결과에서 amalgam 으로 충전한 군이 치근단 절제술만 행한 군보다 색소침투정도가 적게 나타났다. 이는 Belt 등<sup>4)</sup>이 retroseal 재료로 amalgam 을 사용한 경우가 hot-burnished gutta-percha 를 사용한 경우보다 색소침투정도가 적게 나타났다는 보고와 일치하나, Rud 등<sup>27)</sup>이 amalgam 으로 retroseal 한 경우가 치근단 절제술만 행한 경우보다 실패율이 상당히 크다고한 보고와는 상반된 결과를 보였다. 그러나 Tanzilli 등<sup>30)</sup>은 치근단 절제술만 행하는 경우 주수하에 할지라도 bur 의 마찰에 의한 열발생으로 근관벽으로부터 gutta-percha 의 일부가 떨어져 나와 적합성이 감소된다고 보고하였으며, Barry 등<sup>3)</sup>은 치근단 절제술후 hot instrument 로 bur-

nishing 시 기구에 부착된 gutta-percha 의 일부가 떨어져 나오고 냉각시 gutta-percha 의 수축으로 인하여 폐쇄효과가 떨어진다고 보고하였다. 이를 토대로 하여 볼 때 치근단 절제술후 retroseal 합이 치근단 절제술만 행하는 경우보다 치근단 부위의 변연폐쇄를 증진시키리라 생각된다.

본 실험에서는 Injection-molded thermoplasticized method 를 사용하여 gutta-percha 로 충전한 군의 색소침투는 평균 0.46mm 로, amalgam 으로 충전한 군의 평균 0.45mm 와 유사한 색소침투를 보였다.

이는 Escobar 등<sup>31)</sup>이 injection method 를 이용하여 gutta-percha 를 충전한 경우와 amalgam 으로 충전한 경우가 유사한 치근단 변연폐쇄를 보였다는 보고와 일치한다. 또한 retroseal 재료로 amalgam 대신에 injection method 를 사용한 gutta-percha 가 이용될 수 있음을 보여준 결과라 생각된다.

본 실험에서 gutta-percha 를 충전한 군이 치근단 절제술만 행한 군에 비하여 색소침투가 적었다(Table II).

이는 Tanzilli 등<sup>30)</sup>이 치근단 절제를 주수하에 할 경우라도 발생하는 열에 의하여 근관벽으로 부터 gutta-percha 가 떨어져 나와 치근단 폐쇄효과가 감소된다는 보고와 Torabinajed 등<sup>32)</sup>이 gutta-percha delivery system 에 의하여 연화된 gutta-percha 는 소성유동이 증가되어 근관벽과의 적합성이 증가된다는 보고를 토대로 볼 때 치근단 절제술만 행하는 경우보다 연화된 gutta-percha 를 retroseal 한 경우가 치근단 변연폐쇄효과가 우수하다고 나타난 본 연구결과에 부합된다고 사료된다.

한편 Stabholz 등<sup>33)</sup>은 amalgam 은 충전시간이 길고 amalgam 의 조각이 치근단 부위에 남길 우려가 크며 소성유동이 작아 근관벽에 적합한 condensation 에 의하여 좌우된다고 보고하였으나, gutta-percha delivery system 을 이용한 gutta-percha 충전방법은 사용이 간편하고 충전이 간단하므로 시술시간을 단축시킬 수 있고 소성유동이 좋아 근관벽에 적합을 양호하게 할 수 있으므로 amalgam 의 대체 방법으로 사용될 수 있다고 사료된다. 이와 같은 사실은 본 실험에서 amalgam 으로 충전된 군중 4개 치아가 2.0mm 의 색소 침투를 보인 반면 gutta-percha 로 충전한 군에서는 한개 치아만이 2.0mm 의 색소침투를 보인 것으로 보아 알 수 있다(Table II). 그

러나 Marlin 등<sup>10)</sup>은 gutta-percha가 냉각될 때까지 condensation을 하여야 근관의 형태를 유지하므로써 gutta-percha의 수축없이 근관벽에 우수한 적합과 폐쇄를 얻을 수 있다고 하였으므로 본 실험에서도 가열된 gutta-percha가 경화될 때까지 condensation을 더 오래 지속할 경우 변연누출을 더욱 감소시킬 수 있다고 사료된다.

본 실험 결과 injection-molded thermoplasticized technique에 의한 gutta-percha의 충전은 amalgam과 유사한 변연폐쇄를 보였으며 사용이 간편하고 시술시간을 단축할 수 있다는 관점에서 임상적으로 사용될 가능성을 보였으나 더 많은 치아를 이용한 실험과 시간 경과에 따른 변연폐쇄에 대한 장기간의 연구를 요한다.

## V. 결 론

저자는 근관충전방법으로 최근에 소개되고 있는 injection-molded thermoplasticized gutta-percha method가 치근단절제술후 치근단폐쇄방법으로 이용될 수 있는지의 여부를 판단하기 위하여 발거한 상하악 단근치 62개를 실험대상으로 통법에 의하여 근관형성을 하고 측방가압법으로 근관충전한 후 치근단을 치아장축에 45도 각도로 경사지게 절단하여 1급와동을 형성한 다음 3개의 실험군으로 나눠 실험 제 1군은 amalgam으로 충전한 군, 실험 제 2군은 injection-molded thermoplasticized technique으로 gutta-percha를 충전한 군 그리고 실험 제 3군은 치근단 절제술만 행한 군으로 하였으며, 각군의 변연폐쇄 정도를 평가할 목적으로 black Indian ink에 침적시켜 투명표본을 제작하여 침투정도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 실험 제 1군(Amalgam으로 충전한 군)이 평균 0.45mm로 가장 적은 색소침투를 보였다.
2. 실험 제 3군(치근단절제술만 행한 군)이 평균 0.65mm로 가장 많은 색소침투를 보였다.
3. 각 군단의 색소침투정도는 다소 차이를 보였으나 통계학적 유의성은 없었다( $P>0.05$ ).

## 참 고 문 헌

1. Abdal, A.K. et al. : The apical seal via the retro-

- surgical approach. Oral Surg, 53 : 614, 1982.
2. Altonen, M. and Mattila, K. : Follow-up study of apicoectomized molars. Int J Oral Surg, 5 : 33, 1976.
3. Barry, C.N. et al. : Comparison of apical sealing methods. Oral Surg, 39 : 806, 1975.
4. Beltes, p. et al. : In vitro study of the sealing ability of four retrograde filling materials. Endo Dent Traumatol, 4 : 82, 1988.
5. Boyer, D.B. and Torney, K.L. : Microleakage of high copper amalgams. J Dent Res, 58A : 394, 1979.
6. Czonstkowsky, M. et al. : Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. J Endodon, 11 : 71, 1985.
7. El Deeb, M.E. : The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha. J Endodon, 11 : 84, 1985.
8. Escobar, C. et al. : A comparative study between injectable low-temperature(70°C) gutta-percha and silver amalgam as a retroseal. Oral Surg, 61 : 504, 1968.
9. Finne, K. et al. : Retrograde root filling with amalgam and Cavit. Oral Surg, 43 : 621, 1977.
10. Flanders, K. et al. : Comparative histopathologic study of zinkfree amalgam and Cavit in connective tissue of the rat. J Endodon, 1 : 56, 1975.
11. Flath, R.K. and Hicks, M.L. : Retrograde instrumentation and obturation with new devices. J Endodon, 13 : 546, 1987.
12. Grossman, L.I. et al. : Endodontic practice, 11th ed., Lea & Febiger, Philadelphia, 242 - 243, 1988.
13. Grossman, L.I. et al. : Endodontic practice, 11th ed., Lea & Febiger, Philadelphia, 301 - 304, 1988.
14. Harty, F.J. et. : Success rate in root canal therapy. A retrospective study of conventional cases. Br Dent J, 128 : 65, 1970.
15. Ingle, J.I. : Root canal obturation. J Am Dent Assoc, 53 : 47, 1956.
16. Kaplan, S.D. et al. : A comparison of the marginal leakage of retrograde techniques. Oral Surg, 54 :

- 583, 1982.
17. Kos, L.W. et al. : A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J Endodon*, 8 : 355, 1982.
  18. Kwan, E.D. and Harrington, G.W. : The effect of immediate post preparation on apical seal. *J Endodon*, 7 : 325, 1981.
  19. Marlin, J. et al. : Clinical use of injection-molded thermoplasticized gutta-percha for obturation of the root canal system : A preliminary report. *J Endodon*, 7 : 277, 1981.
  20. Marcotte, L. et al. : Apical healing with retrofilling materials amalgam and gutta-percha, *J Endodon*, 1 : 63, 1975.
  21. Michanowicz, A. and Czonstkowsky, m. : Sealing properties of an injection thermoplasticized low-temperature(70°C) gutta-percha : A preliminary study, *J Endodon*, 10 : 563, 1984.
  22. Michanowicz, A. et al. : Low-temperature(70°C) injection gutta-percha : A scanning electron microscopic investigation. *J Endodon*, 12 : 64, 1986.
  23. Nguyen, N.T. : Obturation of the root canal system. *Pathways of the pulp*. 3rd ed., C.V. Mosby, St. Louis, 205, 1984.
  24. Nicholls, E. : *Endodontics*, 1st ed., John Wright & Sons, Bristol, 61, 1967.
  25. Robertson, D. et al. : A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endodon*, 6 : 421, 1980.
  26. Rud, J. and Andreasen, J. O. : Operative procedures in periapical surgery with contemporaneous root filling. *Int J Oral Surg*, 1 : 297, 1972.
  27. Rud, J. et al. : A follow-up study of 1000 cases treated by endodontic surgery. *Int J Oral Surg*, 1 : 215, 1972.
  28. Seltzer, S. and Bender, I.B. : Cognitive Dissonance in Endodontics. *Oral Surg*, 20 : 505, 1965.
  29. Stabholz, A. et al. : Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. *J Endodon*, 11 : 218, 1985.
  30. Szermeta-Browar, T.L. et al. : A comparison of the sealing properties of different retrograde techniques : An autoradiographic study. *Oral Surg*, 59 : 82, 1985.
  31. Tanzilli, J.P. et al. : A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques : A scanning electron microscopic study. *Oral Surg*, 50 : 74, 1980.
  32. Torabinajed, M. et al. : Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha. *J Endodon*, 4 : 245, 1978.
  33. Tronstad, L. et al. : Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy. *J Endodon*, 12 : 551, 1983.
  34. Weine, F. : *Endodontic therapy*. 2nd., C.V. Mosby Company, St. Louis, 329 & 404, 1976.
  35. Yee, F.S. et al. : Three dimensional obturation of the root canal using injection thermoplasticized dental gutta percha. *J Endodon*, 3 : 168, 1977.
  36. Zetterqvist, et al. : Microleakage of retrograde fillings-a comparative investigation between amalgam and glass ionomer cement in vitro. *Inter Endo. J*, 21 : 1, 1988.