

근관충전방법에 따른 치근단부 근관의 미세누출에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보존학교실

유형준 · 홍찬의

Abstract

THE EFFECT OF OBTURATION TECHNIQUES ON THE APICAL MICROLEAKAGE OF ROOT CANALS

Yoo, Hyung-Jun, Hong, Chan-Ui

Department of Conservative Dentistry, Graduate School, Dankook University

Advisor:Prof. The quality of apical seal obtained with 3 different gutta-percha obturation techniques was compared in 49 recently extracted single rooted teeth. The root canals were instrumented using step-back technique and obturated with laterally condensed gutta-percha, Continuous Wave gutta-percha, and hybrid technique. Teeth were suspended in black India ink for 7 days, cleared, and then examined under a stereomicroscope at x10 magnification.

The results were as follows:

1. All experimental groups produced favorable apical seal.
2. The mean leakage was 0.23 ± 0.25 mm for group 1, 0.17 ± 0.21 mm for group 2, and 0.19 ± 0.23 mm for froup 3, but there was no statistical difference among them.

Within the limits of the results of this experiment, the Continuous Wave gutta-percha obturation technique demonstrated relatively favorable apical sealing effect and shorter obturation time. Thus, it is thought that this obturation technique is a acceptable method for clinical use but further studies on this metter should be conducted.

I. 서 론

근관치료는 근관외동형성, 근관형성 및 근관충전 단계로 나누며 근관치료의 성공여부는 복잡하고 불규칙한 근관계¹⁰⁾에 대한 근관형성 과정과 근관충전 과정을 얼마나 완벽하게 시행하는가에 좌우⁴⁾된다고 할 수 있다. 그러나 아무리 근관형성 과정을 완벽히 하였다 하더라도 최종과정인 근관충전 과정을 완벽히 하지 못한다면 근관 외부로부터의 자극원이 근관계를 통하여 치근단부로 침투하여 장차 치근단 병소가 발생하거나 재발할 가능성이 높다. Dow와 Ingle¹⁴⁾을 비롯한 여러학자들은¹⁹⁾ 불완전한 근관폐쇄가 근관치료 실패의 주 원인이라고 한 바 있다.

현재 가장 널리 사용되고 있는 근관충전재는 gutta-percha이며 이 gutta-percha를 사용하는 근관충전법으로는 측방가압법이 가장 널리 사용되고⁶⁾ 있다. 그러나 측방가압법의 단점으로 gutta-percha cone간에 빈 공간이 존재하고, 근관벽과 gutta-percha cone간의 밀착이 불완전하며⁴⁾, 과도한 측방충전압에 의해 치질파절 가능성^{18,28)}이 지적되고 있다.

이러한 측방가압법의 단점을 보완하고자 1967년 Schilder³⁴⁾에 의해 수직가압법이 소개되었는 바, 이 방법의 최대의 장점은 주 근관뿐만 아니라 부 근관까지 gutta-percha에 의해 3차원적으로 근관을 폐쇄시킬 수 있다는 점이다. 그러나 이 방법의 단점으로 충전과정이 복잡하며 따라서 충전시간이 오래 걸리며 초기 과충전시에도 지속적인 수직가압을 해야 하기 때문에 길이조절이 불가능하다는 점과 역시 과도한 수직충전압이 가해지면 치질파절 가능성이 높다는 점^{18,43)}이 지적되고 있다.

한편 1970년대 후반부터 gun-typed syringe에서 저온 혹은 고온으로 열 연화시킨 gutta-percha를 주입하는 방법, 즉 Obtura와 Ultrafil 충전법이 개발, 소개되기 시작^{18,45)}하였고 1980년대 후반에 들어와 금속 혹은 플라스틱 carrier에 gutta-percha를 피복시켜 열 연화시킨 다음 근관내 충전하는 Therafil 충전법^{21,40)}이나, 열 연화시킨 gutta-percha를 금속 compactor를 이용해 근관내 주입하는 방법^{27,38)} 등도 개발, 소개된 바 있다. 여러 학자들의 보고^{12,5,7,8,15)}에 의하면 이러한 열 연화 gutta-percha 충전법의 경우 근관충전시 소요되는 시간이 짧고 방법이 간단

하며 불규칙한 근관벽과의 적합성이 우수하여 3차원적으로 근관을 충전할 수 있는 장점이 있는 반면 용이한 충전을 위해 근관을 과다하게 확대해야 되고 충전길이를 조절할 수 없기 때문에 불완전한 근관충전이 될 수도 있으며, 반대로 과충전이 되어 충전재가 치근단 주위조직까지 넘어가 조직의 치유를 방해할 수도 있다는 등의 단점이 지적되고 있다. 따라서 아직까지 이상적인 근관충전법은 없는 것으로 보고되고 있다.

최근 전기적으로 원하는 온도를 자동 유지시키는 System B HeatSource(Analytic Technology, USA)와 여기에 부착해 사용하는 수직가압용 plugger인 Buchanan plugger가 개발되었고, 이 기구들을 이용해 근관충전하는 Continuous Wave법이 소개되었는 바, 비 표준화 단일 gutta-percha cone과 sealer를 근관내 삽입한 다음 System B HeatSource를 통하여 적정온도로 가열된 Buchanan plugger를 사용하여 전통적인 Schilder³⁴⁾의 수직가압법과는 달리 치근단부 근관을 한번에 수직 가압하고 나머지 근관은 열 연화 gutta-percha 주입법으로 충전하는 방법이다. 그러나 이 방법은 제조 회사의 manual³⁷⁾만 있을 뿐 근관충전효과에 대한 연구보고는 아직 없는 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 현재 가장 널리 권장, 사용되고 있는 측방가압법과 아직까지 그 효과가 보고되지 않은 Continuous Wave법 및 두 방법의 혼합법 간의 근관폐쇄효과를 비교하고자 함이며 다소의 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험대상 및 방법

1. 실험대상

최근에 발거한 치아 중 치근단이 완성되고 비교적 곧은 근관을 가진 단근치중에서 치근단공이 #30 file size보다 작고 방사선촬영시 정상적 근관형태를 가진 49개 근관을 대상으로 실험을 시행하였다.

2. 실험방법

실험과정의 편의를 위해 치경부를 기준으로 실험치아의 치관부는 제거하였고 치근표면에 부착되어 있는 잔사들을 root planning을 통하여 제거하

였다.

개방된 근관을 통하여 #15 K-flexo file을 근관 내에 삽입하여 치근단공을 확인한 다음 치근단공에서 1 mm를 뺀 길이를 작업장으로 정하였으며, 통법에 의해 step-back법으로 근관형성을 하였으며, 치경부 근관은 #2, #3, #4 Gates Glidden drill을 사용하여 확장하였다. 이 때 Master Apical File (MAF)은 #40 file로 정하였으며 매 근관형성단계마다 5% 차아염소산 나트륨 용액으로 근관을 세척하였다. 치질잔사에 의해 치근단공이 막히는 것을 방지하기 위해 매 근관형성때마다 #10 file을 patency file로 하여 치근단공을 개방시켰다. 실험 치아에 대한 근관형성을 완료한 다음 paper point로 근관을 건조시켰으며 3개의 실험군에 각각 15개씩, 양성대조군 및 음성대조군에 각각 2개씩의 치아를 무작위로 배정하였다.

각 근관충전법에 따른 실험군 분류 및 실험치아 수는 표 1과 같다.

제 1군은 측방가압법으로 근관충전한 군으로, 먼저 AH-26 sealer(De Trey Co., Ltd., USA)를 제조 회사의 지시대로 혼합하여 #40 file로 치근단부 근관벽에 도포한 다음 작업장 길이까지 표준화 master gutta-percha cone(DiaDent, Korea)을 넣은 후 #3, #4 finger spreader(Brasseler, USA)와 다수의 표준화 accessory gutta-percha cone(DiaDent, Korea)을 사용하여 통법대로 spreader가 근관입구에서 3-4mm이상 들어가지 않을 때까지 충전한 다음 알콜램프상에서 가열된 vertical plugger로 치경부 상부의 gutta-percha를 제거하였으며 수직가압은 시행하지 않았다.

제 2군은 Continuous Wave법으로 근관충전한 군으로, AH-26 sealer를 근관벽에 도포하고 치근단부 근관까지 적당히 삽입되는 비표준화 α -gutta-per-

cha cone(DiaDent, Korea)을 근관내에 삽입한 다음 제조회사의 지시대로 작업장에서 4-6 mm 짧은 길이(binding point)만큼 들어가는 Buchanan plugger를 선택하여 온도를 200°C로 조절한 System B HeatSource를 통하여 button을 눌러 가열시킨 다음 가열된 plugger를 binding point의 3-4 mm까지 1-2초안에 부드럽게 적용시키고 button을 놓은 상태에서 10초간 수직가압을 하였으며 다시 1.5초간 button을 누르면서 빠르게 plugger를 근관내에서 제거하였다. 이러한 한번의 수직가압으로 치근단 1/3부의 근관충전을 완료하였으며 나머지 근관은 열-연화 gutta-percha 주입법인 Obtura II로 근관충전을 완료하였다.

제 3군은 1군과 같이 측방가압법으로 근관충전을 완료한 다음 2군에서 사용하는 System B HeatSource에서 가열한 Buchanan plugger를 사용해 치근단 4-6mm까지 수직가압을 추가로 시행하여 근관충전을 완료하였다.

한편 음성 및 양성 대조군은 근관충전은 시행하지 않았으며 음성대조군의 경우는 치근단공을 sticky wax로 밀봉한 반면 양성대조군은 치근단공을 그대로 개방하였다.

실험군에 대한 근관충전을 완료한 다음 근관와 동을 IRM으로 폐쇄하였으며 sealer가 완전히 경화되도록 하기 위해 37°C, 100% 습도하에서 48시간 동안 보관하였다. 이후 모든 실험군과 양성 대조군은 치근단공 주위 2mm를 제외한 모든 부위에, 음성 대조군은 치근단공을 포함한 모든 부위에 nail varnish를 3회 도포하였다.

이후 모든 치아를 India ink(Winsor and Newton ;Black Indian ink #951, England)에 7일간 침수시킨 다음 4시간 동안 흐르는 물에 수세하였고, 치아의 탈회를 위해 11% nitric acid에 3일간 탈회시켰으며 매일 nitric acid를 교환하여 주었다. 바늘로 치아를 찌러보아 들어갈 정도의 탈회가 일어난 것을 확인한 다음 75%, 90%, 100% 에틸-알콜에 순차적으로 각각 하루씩 탈수시킨 다음 methyl salicylate(Katayama Chemical, Japan)를 사용하여 투명표본을 제작하였다.

투명표본을 제작한 다음 각 실험군의 치근단부 색소침투, 즉 미세누출을 측정하기 위해 눈금자가 부착된 stereomicroscope(x10, Olympus, Japan)하에

표 1. 근관충전법에 따른 실험군 분류

실험군	근관충전법	실험치아수
1군	측방가압법	15
2군	Continuous Wave법	15
3군	측방가압법+수직가압법	15
음성 대조군	.	2
양성 대조군	.	2

서 각 치아의 누출길이를 측정하였는 바, 실험결과와 공정화를 기하기 위해 본 실험과 무관한 자로 하여금 누출길이를 측정토록 하였으며 색소침투가 가장 큰 부위의 길이를 측정하였다.

또한 각 실험군간의 유의성 검정은 One-Way ANOVA와 multiple range test인 Scheffe test를 이용하여 통계분석하였다.

III. 실험결과

실험결과 각 치아의 누출길이와 각 군의 최소, 최대 및 평균 미세누출길이는 표 2 및 3과 같으며 각 군에 대한 유의성 검정은 표 4와 같다.

측방가압법으로 근관충전한 1 군의 경우 최소 누출은 0.0mm, 최대 누출은 0.7mm로 평균 0.23 ± 0.25 mm의 누출을 보였으며(그림 3 및 4), Continuous Wave법으로 근관충전한 2 군의 경우는 최소 0.0mm, 최대 0.6mm로 평균 0.17 ± 0.21 mm의 누출을 보였다(그림 5 및 6). 한편 측방가압법으로 근관충전하고 Buchanan plugger로 수직가압을 추가한 3 군의 경우는 최소 누출이 0.0mm, 최대 누출이 0.6mm로 평균 0.19 ± 0.23 mm의 누출을 나타냈

표 2. 각 군의 각 치아의 미세누출길이(mm)

치아	1 군	2 군	3 군
1	0.7	0.6	0.6
2	0.6	0.5	0.5
3	0.5	0.4	0.5
4	0.5	0.4	0.4
5	0.3	0.2	0.4
6	0.3	0.2	0.3
7	0.3	0.2	0.2
8	0.3	0.0	0.0
9	0.0	0.0	0.0
10	0.0	0.0	0.0
11	0.0	0.0	0.0
12	0.0	0.0	0.0
13	0.0	0.0	0.0
14	0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0

1 군:측방가압법, 2 군:Continuous Wave법, 3 군:혼합법

다(그림 7 및 8).

그러나 유의성 검정결과 각 군간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며 3 실험군 모두 근관폐쇄효과가 양호한 것으로 나타났다.

한편 음성 대조군의 경우는 미세누출을 전혀 보이지 않은 반면(그림 1), 양성 대조군의 경우는 전근관을 통하여 누출을 보였다(그림 2).

IV. 총괄 및 고안

근관충전후 변연누출 정도를 검사하는 것이 근관폐쇄 효과를 평가하는데 널리 이용되는 방법이다. 본 실험에서는 3가지 방법으로 근관충전한 치아에 India ink를 침투시킨 뒤 투명표본을 제작하여 근관폐쇄효과를 비교하고자 하였다. 변연누출 검사법에는 색소침투법^{32,35}, 방사선 동위원소 침투법^{31,33}, 미생물 침투법¹², 전기화학법³¹, 주사전자현미경법³⁹ 등 다수의 방법이 있다. 이 중 색소침투법은 선상침투를 직접 관찰할 수 있고, 조작이 용이하며, 가격이 저렴하고, 특별한 장비와 재료가 필요없기 때문에 흔히 사용되고 있는 방법이다. Matloff 등²⁶은 methylene blue와 3종의 방사선 동위원소의 침투력을 비교한 결과 색소침투법이 방사선 동위원소법보다 우수하다고 하였다.

한편 색소침투길이를 측정하는 방법으로 수평 혹은 수직 치아절단법과 투명표본 제작법이 있다. 이 중 본 실험에 사용된 투명표본 제작법은 시간이 오

표 3. 각 군의 최소, 최대 및 평균누출 길이(mm)

실험군(표본수)	최소	최대	평균±표준편차
1군 (15)	0.0	0.7	0.23 ± 0.25
2군 (15)	0.0	0.6	0.17 ± 0.21
3군 (15)	0.0	0.6	0.19 ± 0.23

표 4. 미세누출에 대한 각 군간 유의성 검정 (Scheffe test)

	1군	2군	3군
1군			
2군			
3군			

*:statistically significant at $p < 0.05$

래 걸리고 탈회시 탈회의 정도를 알기 힘들며, 탈수가 완전히 되지 않은 상태에서는 불투명한 부위가 생기는 등의 단점은 있으나, 제작이 간단하고 다른 방법과는 달리 색소침투 양상을 3차원적으로 관찰할 수 있으며, 충전된 gutta-percha의 윤곽도 알 수가 있어서 O'Neil 등³⁰⁾은 색소침투도 검사에 있어서 투명표본법이 치아절단법보다 효과적이라 하였다. Kwan과 Harrington²⁹⁾은 탈회 과정중 치아의 유기질이 소실되어 수축이 발생하고 산에 의해 sealer가 용해되나, sealer의 용해는 근관내에서는 별다른 영향이 없고, 특히 색소침투를 위해 사용된 India ink에는 영향이 없어 근관누출효과를 상대적으로 비교, 측정하는데 별 문제가 없는 것으로 보고하고 있다.

근관충전의 목적은 치관부부터 치근단공까지의 전 근관계를 불활성 재료로써 밀폐하여 치근단 및 치근 주위 조직과의 통로를 차단시킴으로서 근관의 재 감염을 방지하는데 있다^{29,41)}.

현재까지 가장 널리 사용되어온 근관충전 방법은 규격화된 주 gutta-percha cone과 다수의 보조 cone을 사용하는 측방가압법이다. 1997년 Caillietau와 Mullaney⁹⁾는 미국의 48개 치과대학을 대상으로 조사한 결과 43개 학교(89.6%)에서 측방가압법을 주 근관충전법으로 교육시키고 있었고, 3개 학교에서 수직가압법을 주 근관충전법으로, 2개 학교에서 두 방법의 혼합법을 주 근관충전법으로 교육시키고 있음을 보고하였다. 따라서 새로운 근관충전법이 개발되면 근관폐쇄효과에 대한 평가는 대체로 측방가압법과 비교하여 평가하게 된다. 그러나 측방가압법에 의한 충전만으로는 모든 경우를 만족시킬 수 없을 뿐만 아니라 균일한 충전도 어렵고 많은 기공이 형성되며 근관벽에 대한 gutta-percha cone의 적합도도 떨어지는 양상을 보인다⁴⁾. 즉, 측방가압시 다수의 cone들이 단순히 압착되어 sealer와 fractional grip에 의해 연결되는 비균질성 접합을 이룸으로써 근관벽과의 적합성이 다소 떨어지는 단점을 보이며, 또한 이 방법에 의해서는 치근단 근관부에 많이 존재하는 부 근관 또는 측지관을 gutta-percha로 충전하지 못하는 단점이 있다. 선학들의 보고^{11,22)}에 의하면 측지관의 빈도가 27-45% 정도 되는 것으로 알려지고 있으며, 또한 이러한 측지관을 gutta-percha로 밀폐시킬 수 있

나 없느냐가 근관충전후 성공-실패에 지대한 영향을 미치는 것으로 보고된^{17,36,42)} 바도 있다.

이러한 측방가압법의 단점을 보완하고자 Schilder³⁴⁾에 의해 수직가압법이 소개되었는 바, 앞서 언급한 바와 같이 주 근관뿐만 아니라 부 근관에 대한 근관폐쇄효과는 증진되었으나 과정이 복잡하여 이 방법을 효과적으로 사용하려면 어느 정도의 숙련기간이 필요하고 초기 과충전이 되면 충전의 특성상 계속 수직가압을 해야하는 관계로 더욱 과충전이 되는 즉, 충전 길이조절이 힘들다는 것이 최대의 단점이며, 과도한 열에 의한 치근주위조직의 손상 및 과도한 수직가압에 의한 치아파절 가능성도 단점으로 들 수 있다.

본 실험은 측방가압법과 System B HeatSource와 Buchanan plugger를 사용하는 개량된 수직가압법인 Continuous Wave 충전법과 두 방법의 혼합법의 근관폐쇄효과를 비교하고자 하였다. 실험결과, 측방가압법으로 근관충전한 군의 경우 최소 누출은 0.0mm, 최대 누출은 0.7mm로 평균 0.23 ± 0.25 mm의 누출을 보였으며, Continuous Wave법으로 충전한 2 군의 경우는 최소 0.0mm, 최대 0.6mm로 평균 0.17 ± 0.21 mm의 누출을, 측방가압법으로 근관충전하고 수직가압법을 추가한 혼합군의 경우는 최소 0.0mm, 최대 0.6mm로 평균 0.19 ± 0.23 mm의 누출을 보였으나 유의성 검정결과 각 군간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며 세 실험군 모두 양호한 근관폐쇄효과를 나타냈다. 본 결과는 발거한 상악 중절치 근관을 대상으로 측방가압법과 수직가압법으로 근관충전하고 methylene blue 색소침투법으로 치근단부 누출을 관찰한 결과 두 방법간에 유의한 차이가 없었다는 Dalat과 Spangberg⁹⁾의 보고와 14C human serum albumin 침투법을 사용한 Director 등¹³⁾ 및 Rhone 등³³⁾의 보고와 일치되는 결과를 보였다.

한편, 현재 시판되고 있는 gutta-percha cone은 통상 beta 상이다. 온도변화에 따른 gutta-percha의 변화상에 대해 Marciano와 Michalesco²⁴⁾는 beta 상으로 존재하던 gutta-percha가 섭씨 43도-49도의 온도에서 alpha 상으로 변화되며, 섭씨 53도-59도에서는 무정형 상으로 변한다고 보고하였으며, Marlin과 Schilder²⁵⁾는 gutta-percha를 섭씨 53도 이상으로 가열하게 되면 물리적 성질이 파괴되어 사

용할 수 없으며, 따라서 제거해야 한다고 주장하였다. 또한 Yared와 Bou Dagher⁴¹⁾는 가열된 plugger가 작업장에서 5-7mm 짧은 부위까지 도달되어야 치근단부 gutta-percha에 열이 전달되어 연화시킬 수 있으며, 따라서 치근단부의 gutta-percha를 효과적으로 수직가압할 수 있어 우수한 치근단부 밀폐효과를 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 Schilder³⁰⁾의 수직가압법에서는 plugger를 가열시키는데 알콜램프를 사용한다. 알콜램프의 열을 사용하는 방법은 gutta-percha를 적절한 온도로 연화시키기가 힘들기 때문에 과도한 열이 전달시 gutta-percha의 물리적 성질이 변화되거나 치근주위조직에 손상을 가할 수 있으며, 반대로 열 전달이 부족하면 수직가압이 불충분하여 완벽한 근관충전이 힘들다. 이러한 단점을 보완하기 위해 plugger에 전기적으로 열을 조절, 전달하는 Touch 'n Heat (Analytic Technology, WA, USA)³⁰⁾ 기구가 개발되었고 최근에는 개량형인 System B HeatSource가 개발된 바 있다. System B HeatSource는 여기에 부착시켜 사용하는 Buchanan plugger를 가열시키는 기구로 온도가 digital로 나타나기 때문에 원하는 온도를 얻을 수가 있고, 또한 원하는 시간만큼 적정 온도를 지속시킬 수 있다는 장점이 있다. 즉 알콜램프상에서 가열시키는 방법보다 gutta-percha를 효과적으로 연화시킬 수 있어 그만큼 gutta-percha의 변화상을 알맞게 조절할 수 있고 과열에 의한 치질손상도 방지할 수 있으며, 보다 균질화된 gutta-percha를 얻을 수 있어 전통적인 Schilder³⁰⁾의 수직가압법보다는 치밀한 근관충전효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

앞서 기술한 바와 같이 세 실험군 모두 다소의 차이는 있지만 미세누출을 보였고, 각 군간에 통계적으로 유의한 차이없이 세 실험군 모두 양호한 근관폐쇄효과를 나타냈다. 그러나 평균보다 표준편차가 크게 나타났는 바, 이는 아마 근관충전시 술자의 숙련도 미숙으로 인하여 나타난 결과가 아닌가 의심된다. 따라서 본 실험결과를 그대로 인정하기에는 무리가 있으며 보다 신빙성있는 결과를 얻기 위해서는 더욱 세심하고 정확한 근관형성 과정과 근관충전과정이 필수적이라 생각한다. 하지만 본 실험을 통하여 경험한 사실을 토대로 할 때, 비표준화 단일 gutta-percha cone과 sealer를 근

관내 삽입하고 System B HeatSource와 치근단부 4-6mm까지 삽입되는 Buchanan plugger를 사용하는 Continuous Wave 충전법은 전통적인 수직가압법보다는 안전하며, 충전시간도 빠르고 또한 충전효과도 만족할만하여 향후 추천할만한 근관충전 방법이라 생각되나 앞으로 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

저자는 49개의 단근치 근관을 실험대상으로 통법에 의해 근관형성을 시행한 다음, 측방가압 충전군, 비표준화 단일 gutta-percha cone과 sealer를 근관내 삽입하고 System B HeatSource와 Buchanan plugger를 사용하여 근관충전하는 Continuous Wave 충전군 및 측방가압 충전후 다시 Buchanan plugger를 사용하여 수직가압을 추가한 군등 3개 군으로 분류하고, 근관충전후 India ink 색소침투법 및 투명표본 제작법을 이용하고 눈금자가 부착되어 있는 stereomicroscope 검경하에서 치근단부 근관의 미세누출을 측정,평가하였는 바, 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. 실험군 모두 비교적 양호한 근관폐쇄효과를 보였다.
2. 치근단부 평균 미세누출은 1군이 $0.23 \pm 0.25\text{mm}$, 2군이 $0.17 \pm 0.21\text{mm}$, 3군이 $0.19 \pm 0.23\text{mm}$ 로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 따라서 본 실험결과만을 토대로 할 때 비표준화 단일 gutta-percha cone과 sealer를 근관내 삽입하고 System B HeatSource와 Buchanan plugger를 사용하는 Continuous Wave 근관충전법이 근관폐쇄효과도 양호하고 임상사용시 충전시간도 빨라 향후 권장할만한 근관충전법이라 생각되나 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Baker PS, Oguntebi BR: Effect of apical resections and reverse fillings on thermafil root canal obturations. J Endodon 1990;16:227-9.
2. Beatty RG, Baker PS, Haddix J, Hart F: The

- efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. *J Am Dent Assoc* 1989;119:633-7.
3. Benner MD, Peters DD, Grower M, Bernier WE: Evaluation of a new thermoplastic gutta-percha obturation technique using ⁴⁵Ca. *J Endodon* 1981;7:500-8.
 4. Brayton SM, Davis SR, Goldman M: Gutta-percha root canal fillings. *Oral Surg* 1973;35:226-31.
 5. Budd CS, Weller RN, Kulild JC: A comparison of the thermoplasticized injectable gutta-percha obturation techniques. *J Endodon* 1991;17:260-4.
 6. Cailleateau JG, Mullaney TP: Prevalence of teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in United States dental schools. *J Endodon* 1997;23:394-6.
 7. Canalda-Sahli C, Berastegui-Jimeno E, Brau-Aguade E: Apical sealing using two thermoplasticized gutta-percha techniques compared with lateral condensation. *J Endodon* 1997;23:636-8.
 8. Czonstkowsky M, Michanowicz AE, Vasques JA: Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. *J Endodon* 1985;11:71-4.
 9. Dalat DM, Spangberg LSW: Comparison of apical leakage in root canals obturated with various gutta-percha techniques using a dye vacuum tracing method. *J Endodon* 1994;20:315-9.
 10. Davis SR, Brayton SM, Goldman M: The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. *Oral Surg* 1972;34:642-8.
 11. DeDeus QD, Horizonte B: Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. *J Endodon* 1975;1:361-6.
 12. Delivanis PD, Mattison GD, Mendrel RW: The survivability of F43 strain of streptococcus sanguis in root canals filled with gutta-percha and Procosol cement. *J Endodon* 1983;9:407-10.
 13. Director RC, Rabinowitz JL, Milne RS: The short-term sealing of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron using C human serum albumin. *J Endodon* 1982;8:149-51.
 14. Dow PR, Ingle JJ: Isotope determination of root canal failure. *Oral Surg* 1955;8:1100-4.
 15. ElDeeb ME: The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha. *J Endodon* 1985;11:84-6.
 16. Endotec Thermal Endodontic Condenser System: The warm lateral condensation technique clinical manual. Densply Int Inc., Milford: LD Caulk Division, 1986.
 17. Genyuan X, Zhongni Z: Filling of the lateral canal. *Oral Surg* 1984;58:221-4.
 18. Gimlin DR, Parr CH, Aguirre-Ramirez G: A comparison of stresses produced during lateral and vertical condensation using engineering models. *J Endodon* 1986;12:235-41.
 19. Grossman LI, Oliet S, Del Rio CE: Endodontic practice. 11th Ed., Lea and Febiger. Philadelphia, 1988:242-70.
 20. Instruction Guidelines for the Touch 'n Heat Model 5002. Analytical Technology, Redmond WA, USA.
 21. Johnson WB: A new gutta-percha technique. *J Endodon* 1978;4:184-8.
 22. Kirkham DB: The location and incidence of accessory pulpal canals in periodontal pockets. *J Am Dent Assoc* 1975;91:353-6.
 23. Kwan EH, Harrington GW: The effect of immediate post preparation on apical seal. *J Endodon* 1981;7:325-9.
 24. Marciano J, Michalesco P: Dental gutta-percha: chemical composition, X-ray, identification, enthalpic studies and clinical application. *J Endodon* 1989;15:149-53.
 25. Marlin J, Schilder H: Physical properties of gutta-percha when subjected to heat and vertical condensation. *Oral Surg* 1973;36:872-9.

26. Matloff IR, Jensen JR, Singer L, Tabibi A: A comparison methods used in root canal sealability studies. *Oral Surg* 1982;52:203-7.
27. McSpadden J: Multiphase gutta-percha obturation technique. *Dent Econ* 1993;83:95-7.
28. Meister F, Tennyson L, Gerstein H: Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. *Oral Surg* 1980;49:243-53.
29. Nguyen NT: Obturation of the root canal system. In: Cohen S, Burns RC: *Pathways of the pulp* 6th ed. St. Louis: CV Mosby, 1994:219-71.
30. O'Neil KJ, Pitts DL, Harrington GW: Evaluation of the apical seal produced by the McSpadden compactor and by lateral condensation with a chloroform-softened primary cone. *J Endodon* 1983;9:190-7.
31. Osins BA, Carter M, Shih-Levine M: Microleakage of four root canal cements as determined by an electrochemical technique. *Oral Surg* 1983;56:80-8.
32. Peters LB, Harrison JW: A comparison of leakage of filling materials in demineralized and non-demineralized resected root ends under vacuum and non-vacuum conditions. *Int Endo J* 1992;25:273-8.
33. Rhome BH, Solomon EA, Rabinowitz JL: Isotopic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron. *J Endodon* 1981;7:458-61.
34. Schilder H: Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 1967;11:723-44.
35. Scott AC, Vire DE, Swanson R: An evaluation of the Thermafil endodontic obturation technique. *J Endodon* 1992;18:340-4.
36. Seltzer S, Bender I, Smith J, Freedman I, Nazimov H: Endodontic failures: An analysis based on clinical, roentgenographic and histological findings, Part I and II. *Oral Surg* 1967;23:500-30.
37. System B HeatSource Model 1005 Instruction Guidelines. Analytic Technology Corp., Redmonde, WA, USA.
38. Tagger M, Katz A, Tamse A: Apical seal using GPII method in straight canals compared with lateral condensation, with or without sealer. *Oral Surg* 1994;78:225-31.
39. Tanzilli JP, Raphael D, Moodnik RM: A comparison of the marginal adaptation of retrograde techniques: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg* 1980;50:74-80.
40. Thermafil Endodontic Obturators: Detailed instructions for the use of Thermafil Endodontic Obturators, Tulsa Dental Products, Tulsa, OK. 1991:1-29.
41. Walton RE, Torabinejad M: Principles and practice of endodontics. Philadelphia: WB Saunders:1989:224-7.
42. Weine FS: The enigma of the lateral canal. *Dent Clin North Am* 1984;28:833-52.
43. Wolland RR, Brough SO, Maggio J, Seltzer S: Scanning electron microscope examination of root canal filling materials. *J Endodon* 1976;2:98-110.
44. Yared GM, Bou Dagher FE: Influence of plugger penetration on the sealing ability of vertical condensation. *J Endodon* 1995;21:152-3.
45. Yee FS, Marlin J, Krakow A, Gron P: Three dimensional obturation of the root canal using injection-molded, thermoplasticized dental gutta-percha. *J Endodon* 1977;3:168-74.

사진부도설명

- 그림 1. 음성 대조군; 근관내로 색소침투가 전혀 보이지 않는다.
- 그림 2. 양성 대조군;전 근관을 통해 나타남을 보인다.
- 그림 3. 측방가압 충전군;색소침투가 전혀 없는 예
- 그림 4. 측방가압 충전군;약간의 색소침투를 보이는 예
- 그림 5. Continuous wave 충전군;색소침투가 전혀 없는 예
- 그림 6. Continuous wave 충전군;약간의 색소침투를 보이는 예
- 그림 7. 혼합 충전군;색소침투가 전혀 없는 예
- 그림 8. 혼합 충전군;약간의 색소침투를 보이는 예

사진부도

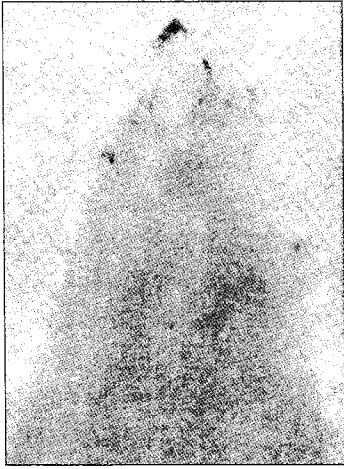


그림 1

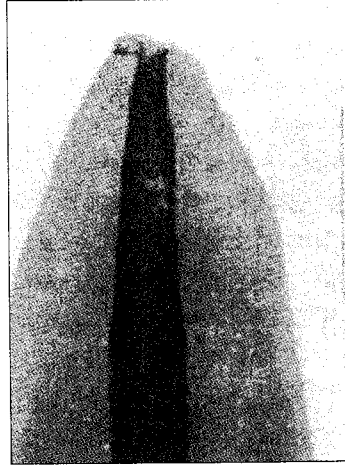


그림 2

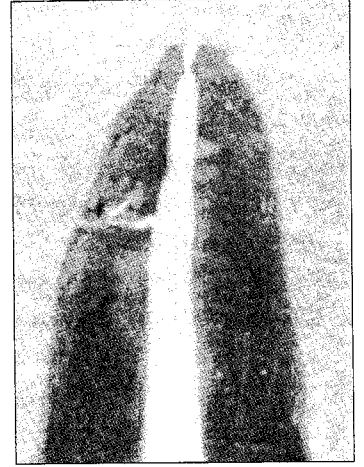


그림 3

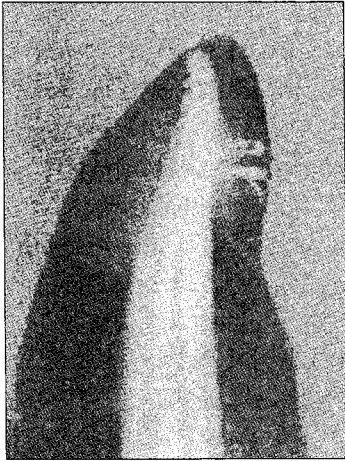


그림 4

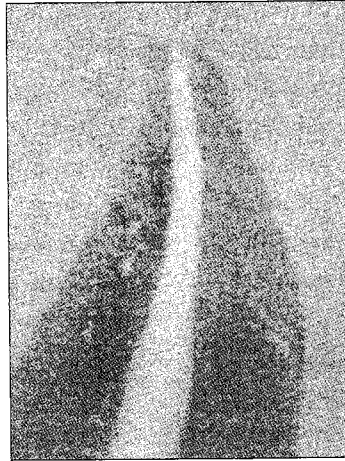


그림 5

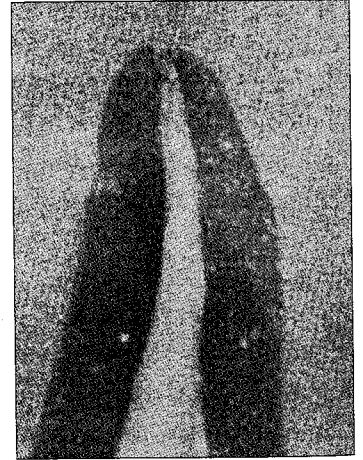


그림 6

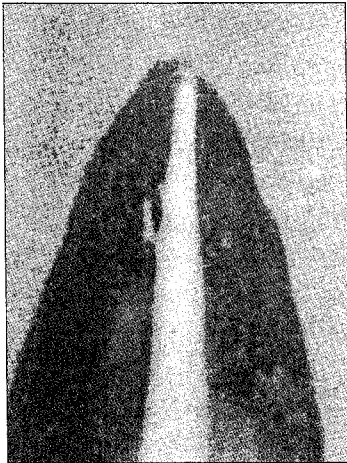


그림 7

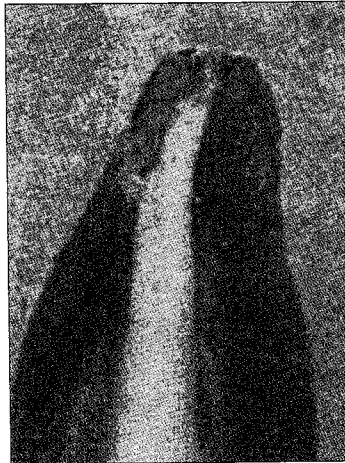


그림 8