

측방가압충전시 Heated Spreader 사용유무가 근관밀폐에 미치는 영향

정원균 · 홍찬의

단국대학교 치과대학 대학원 보존학교실

ABSTRACT

INFLUENCE OF HEATED SPREADER ON THE SEALING ABILITY OF LATERAL CONDENSATION

Won-Gyun Chung, Chan-Ui Hong

Dept. of Conservative Dentistry Graduate School, Dankook University

The purpose of this study was to evaluate the effect of heated spreader on the sealing ability of lateral condensation, compared with regular cold spreader.

Forty two extracted human teeth with single canal were randomly placed into 3 experimental groups, and four additional teeth were used as positive and negative controls.

Each group was prepared with Ni-Ti Profile #40 using step-down technique and obturated with standardized colored gutta-percha cone by standard(cold) lateral condensation technique, warm lateral condensation technique with Endotec and hot spreader soaked in glass bead sterilizer, each with Sealapex sealer. Control groups were not obturated, but prepared.

After 2 days in 2% methylene blue, the teeth were invested and made into transparent resin blocks. And then, each block was sectioned horizontally with microtome at 1, 2, 3, 4, 5 mm levels from the apex. The linear extent of dye penetration was examined with stereomicroscope at $\times 20$ magnification. At each of 5 levels, ratio of the area of gutta-percha was obtained by calculating the area of gutta-percha to the total area of the canal. The data collected were then analyzed statistically using an analysis of variance(ANOVA) and Scheffe test.

The results were as follows :

〈Apical Microleakage〉

1. All experimental groups produced the apical microleakage.
2. The mean leakage was 1.57 ± 0.76 mm for cold spreader group, 0.86 ± 0.95 mm for Endotec spreader group, and 0.64 ± 0.93 mm for hot spreader group. The difference between hot spreader group and cold spreader group was statistically significant($p < 0.05$).

〈Ratio of Area of Gutta Percha〉

1. At the 1 mm level, the mean ratio of area of gutta-percha was 74.58 ± 13.15 (%) for cold spreader group, 65.42 ± 14.62 (%) for Endotec spreader group, and 80.72 ± 14.63 (%) for hot spreader group. There was statistically significant difference between hot spreader group and Endotec spreader group($p < 0.05$).
2. At the 2mm level, the mean ratio of area of gutta-percha was 87.86 ± 11.22 (%) for cold spreader group, 66.55 ± 14.02 (%) for Endotec spreader group, and 92.93 ± 7.24 (%) for hot spreader group. There was statistically significant difference between Endotec spreader group and other two spreader groups ($p < 0.05$).

3. At the level 3,4,5 mm, there was no statistically significant difference between each group.

Within the limits of the results of this experiment, warm lateral condensation technique with hot spreader soaked in a glass bead sterilizer demonstrated favorable apical sealing effect and improved density of gutta-percha mass. Thus, it is thought that this obturation technique is effective for clinical use and beneficial to reduce condensation forces, also economical and easy. Lateral condensation, Heated spreader, canal sealing, Microleakage

I. 서론

근관의 형태는 단순하지 않다. 근관은 삼차원적 구조물로서, 원통모양처럼 정형화되어 있지 않다. 즉, 리본모양이나 얇은 판형, 만곡 및 부근관 등의 매우 불규칙하고 편심된 형태를 가지고 있으며, 근원심보다는 협설방향으로 6배나 넓은 체적을 가지고 있는 등 예측하기 어려운 복잡한 형태를 가지고 있는 것이 일반적이다¹⁾. 따라서 근관이라고 하기 보다는 근관계(root canal system)²⁾로 지칭하는 것이 적절하다 하겠다. 이렇게 일정치 않고 변화무쌍한 삼차원적 공간을 여하히 밀폐할 수 있느냐 하는 문제는 근관치료의 장기적 성공여부를 가늠하는 요소이다. 근관충전은 통법의 비외과적 근관치료의 최종과정으로서, 선행한 근관형성과정을 통하여 세정 및 성형된 근관계를 입체적으로 밀폐하는 술식이다. 근관충전은 구강 및 치근단 주위조직 등의 근관의부로부터의 통로를 차단하고, 근관계 내부의 잔류 자극원들을 매몰함으로써, 세균의 재감염을 방지하여 궁극적으로는 치근단 조직의 치유환경을 조성하는데 그 목적이 있다³⁾. 따라서 Dow와 Ingle⁴⁾은 근관치료의 여러 실패원인들 중에서 불완전한 근관폐쇄를 가장 주된 요인으로 보고한 바 있다.

측방가압법은 현재 임상에서 가장 널리 적용되고⁵⁾ 있는 대표적인 근관충전법으로서, 다수의 거터퍼쳐 콘을 근관 spreader(cold spreader)로 압박하여 근관계를 폐쇄하는 술식이다. 측방가압법은 여러 가지 기법상의 장점을 가지고 있는 바, 길이조절이 용이하고 술식이 타기법에 비해 상대적으로 쉬우며, 사용기구가 간편하고, 다양한 증례에 적용할 수 있는 범용성이 있으며, 근관형성이 다소 보존적이라는 등의 여러 유효한 측면이 있다. 최근, 여러 종류의 근관충전법들이 개발되어 소개되고 있지만 그 기법들이 난해하거나 특별한 장비를 요한다는 등의 현실적인 문제로 인하여 그 교육과 보급에 일정한 제약을 가지고 있다. 따라서 전통적인 측방가압법은 여전히 절대 다수의 임상자들이 적용하고 있는 보편적이고도 효과적인 충전기법이다.

그러나 이러한 장점에도 불구하고, 이 기법은 반고형성 충전재인 거터퍼쳐 콘들이 서로 겹쳐지는 틈새나 불규칙한 근관내벽과의 사이에 빈 공간이 존재할 가능성이 있어 균질하고 밀도의 충전을 얻기 어렵다는 문제가 있다. 즉, 다수의 거

터퍼쳐 콘들이 spreader의 백타력에 의한 압박과 근관 실러에 의해 비균질성의 접합을 이루어 근관벽과의 적합성이 다소 저하되는 단점을 보인다⁶⁾. 또한 spreader의 삽입로를 따라 수직성 공간(spreader tracks)이 생길 수도 있다. 따라서 치근단 부위에 많이 존재하는 부근관이나 측지관을 주 충전재인 거터퍼쳐 콘으로 충전하지 못한다. 또한 썩기형태의 근관 spreader가 거터퍼쳐와 근관벽사이를 비대칭적으로 압박함으로써 과도한 충전압으로 인한 치근 균열 및 수직파절이 초래될 가능성이 높다는 문제⁷⁻⁹⁾도 있다.

거터퍼쳐 콘은 고분자 중합체인 천연 거터퍼쳐와 여러 화합물들을 첨가하여 성형제조한 근관충전재이다. 원료상태의 천연 거터퍼쳐는 알파(α)상의 형태로 존재하며, 근관충전재로 사용되는 기성 거터퍼쳐 콘은 베타(β)상으로 주로 제작되어 시판된다. 베타상의 거터퍼쳐 콘을 42 - 49℃로 가열하면 알파상으로 위상변화를 하며 체적감소를 동반하게 된다. 알파상은 베타상에 비하여 점도가 높고 유동성이 증진된다. 이를 더욱 가열하면(제품에 따라 다르나, 약 53-59℃) 알파상은 결정형태를 잃어 버리고 용융상태(γ 상)에 이르게 된다¹⁰⁻¹²⁾. 베타상의 거터퍼쳐 콘은 반고형성으로 정착성이 없기 때문에, 가열하지 않은 상태에서는 압력을 가하더라도 치밀하지 못한 콘의 축적상태를 형성하여 사강이 잔류하거나 근관 실러가 과량으로 개재하게 된다. 적절한 근관충전은 거터퍼쳐가 근관계내에 치밀하게 적합된 상태로서, 수송된 거터퍼쳐는 최대한의 용량(maximum gutta-percha)이어야 하는 반면에, 근관 실러의 용량은 최소한(minimum sealer)이어야 한다¹³⁾.

따라서 이러한 문제들을 극복하고자 하는 시도들이 그간 꾸준히 이어져 왔으며, Schilder¹⁴⁾에 의해 소개된 수직가압충전법이 이의 대표적인 예이다. 즉, 이상적인 근관충전이 삼차원적으로 균질한 덩어리로 밀폐된 상태라면 측방가압법은 사강이 개재될 가능성이 크기 때문에, 수직가압법의 지지자들은 이 점을 수직가압법의 우월성으로 주장하고 있다. 하지만, 수직가압법은 술자의 숙련도에 따라 그 결과가 일정치 않기 때문에, 이 기법 역시 공간 잔류를 피하기 어렵다¹⁰⁾. 또한 길이조절이 어려워 과충전의 가능성이 높고, 시술에 많은 시간이 소요되는 등 임상적용에 일정한 한계가 있다. 그럼에도 불구하고 이러한 열연화 거터퍼쳐 개념

(warm gutta-percha techniques)을 근간으로 하여, 거터퍼처를 가열 연화하여 치밀하고 균질한 입체적 충전물 얻고자 하는 새로운 여러 술식들이 꾸준히 개발되어 왔다. Touch 'n Heat나 System-B 등과 같은 가열기구를 이용하거나, Obtura II와 같은 열가소성 거터퍼처 주입기로 충전하는 기법 등이 그 경우라고 하겠다.

이러한 노력의 일환으로써, 1986년 Martin¹⁵⁾은 전통적인 측방가압법의 결점을 보완하기 위한 목적으로 Endotec(L. D. Caulk Co./ Dentsply, Milford, DE)이라는 전기적으로 가열할 수 있는 축전형 근관 spreader를 개발하여 이 기구를 이용한 가열 측방가압법(warm lateral condensation technique)을 소개한 바 있다. 재래의 측방가압법이 가열하지 않은 실온상태에서 충전하는 기법(cold lateral condensation)인 것에 비하여, 이 기법은 전기적으로 가열된 Endotec spreader를 사용함으로써 재래의 측방가압법이 가지는 기법과 장점을 그대로 살리면서도 그 결점을 극복할 수 있는 술식으로 소개되고 있으며, Kersten¹⁶⁾, Luccy 등¹⁷⁾, Liewehr 등¹⁸⁾에 의해 전용기구인 Endotec spreader를 이용한 가열 측방가압법에 대한 여러 연구가 시행된 바 있다. 이들에 의하면, 재래의 측방가압법에 비하여 가열 측방가압법이 더욱 치밀하고 균질한 근관충전이 가능하고, 내흡수와 같은 비정상적인 근관의 충전에도 유효하며, 가압시 발생하는 응력의 감소로 치근 수직파절의 가능성을 줄일 수 있다고 하였다. 그러나 Endotec 기법은 그 기구가 크고 무거워 조작이 우선 불편하고, 근관내에서 spreader를 회전시킬 수 있는 폭이 좁으며, 거터퍼처가 spreader에 눌러 붙어 빠져 나오는 등, 임상적용상의 여러 문제점들이 노출되었다. 또한 다양한 가열기구의 등장과 가열충전법의 발전으로 인하여 현재는 Endotec 기법의 임상적 실효성과 가치가 점차 퇴색되어 가고 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은, 전통적인 측방가압법의 기법상 한계를 보완하기 위한 개념인 가열 측방가압법을 임상에 적용하기 위하여, 통상의 근관 spreader를 일정온도를 유지할 수 있는 가열기 즉, 진료실에서 쉽게 접할 수 있는 유리알 멸균기(또는 가열식염 멸균기)로 가열하여 측방가압에 활용함으로써, Endotec과 같은 고가의 전용장비나 별도의 기술적 숙련이 없이도 가열 측방가압법의 임상적 효용을 얻을 수 있는지의 여부를 알아보고자 함이다. 이에 색소침투법에 의한 치근단 미세누출실험 및 근관내 거터퍼처의 면적비 측정을 시행하여 다소의 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근에 발견되어 생리적 식염수내에 보관되어 있던 단근치 중에서, 치근 길이가 비슷하고, 치근단이 완성되고, 방사선사진 촬영시에 비교적 곧고 정상적인 근관형태를 가지며, 치근단공이 #30 파일 크기보다 작은 46개 치아를 실험대상으로 선정하였다.

2. 실험방법

실험치아를 실험 24 시간 전에 5% 차아염소산나트륨 용액에 침적하여 치근면의 연조직을 용해시킨 다음, 치근면에 부착된 치석 등의 잔사 제거를 위하여 치근면활택술을 시행하였다. 실험과정의 편의를 위해, diamond bur를 이용하여 백악-법랑 경계부위를 절단하여 치관부를 제거하였다.

근관입구를 통하여 피사 치수조직을 barbed broach를 이용하여 가능한 범위까지 제거한 후, #10 K-파일로 근단공의 개방을 확인하였다. #10 K-파일이 근단공 밖으로 보이기 직전의 길이를 측정한 다음, 여기에서 1mm를 뺀 길이를 작업장으로 정하였다. 게이트 글리든 바 #2, #3, #4 (Maillefer Co., Swiss)를 이용하여 근관입구와 치경부 근관을 먼저 확대한 다음, 0.04 경사도를 가진 엔진구동형 Ni-Ti Profile #20, #25, #30, #40을 이용하여 순차적으로 근관형성하였으며, 최종적으로 0.06 경사도를 가진 Profile #40으로 근관성형을 하여 MAF를 #40으로 결정하였다. 근관충전 직전에 95% 에틸알콜을 이용하여 최종적으로 근관세척을 한 다음, 수 개의 #40 페이퍼 포인트로 근관을 건조하고, 수동 K-파일 #40으로 치근단청소를 시행하였다. 근관형성의 모든 과정마다 5% 차아염소산나트륨으로 충분한 근관세척을 하였으며, 작업장의 유지 및 근단공의 개방상태를 유지하기 위해 #10 K-파일을 patency file로 하여 수시로 근관장 및 근단공 개통(patency)을 확인하였다.

실험치아에 대한 근관형성 과정이 모두 끝난 후, 46개의 실험치아를 무작위로 나누어 각 실험군당 14개씩의 치아로 배정하고, 나머지 2개씩의 치아를 각각 음성 및 양성 대조군에 배정하였다.

각 실험군은 측방가압충전에 사용한 근관 spreader의 종류에 따라 Table 1과 같이 구분하였다.

제 1군은 cold spreader를 사용하여 통법의 측방가압법으로 근관충전한 군으로서, 근관 실러인 Sealapex(Kerr Romulus, MI, USA)를 제조회사의 사용지시에 따라 혼합하여 #40 K-파일로 2-3회 근관벽에 균일하게 도포한 후, 마스터 콘인 #40의 표준화 색채 거터퍼처 콘(standard-

Table 1. 근관 spreader 종류에 따른 실험군 분류 및 실험치아수

실험군	근관 spreader의 종류	실험치아수
1군	Cold spreader	14
2군	Endotec spreader	14
3군	Hot spreader	14
음성 대조군		2
양성 대조군		2

ized colored gutta-percha cone, Metadent, Korea)(Fig. 1)을 그 침단에 소량의 근관 실러를 묻혀 서서히 작업장까지 삽입하였다. 이후 비표준화 근관 spreader #2,#3 (Finger Spreader, Pierce, Japan)(Fig. 2)과 부가콘으로 표준화 색채 거터퍼쳐 콘 #20, 25, 30, 35을 사용하여 cold spreader가 근관입구에서 3 - 4mm이상 들어가지 않을 때까지 충전한 다음, 화염으로 가열한 Glick instrument를 사용하여 근관입구의 과잉 거터퍼쳐를 제거하였다. 이 때 수직가압은 시행하지 않았으며, 근관입구는 Caviton으로 임시충전하였다.

제 2군은 Endotec spreader를 이용하여 가열 촉방가압법으로 근관충전을 시행한 군으로서, 1군과 동일하게 Sealapex를 혼합하여 #40 K-파일로 근관내에 균일하게 2-3회 도포한 후, 소량의 근관 시멘트를 묻힌 #40의 표준화 색채 거터퍼쳐 콘을 작업장까지 삽입하였다. 이후, 충분히 충전된 Endotec에 전용의 작은 spreader(#30)를 장착하여, 제조사의 사용지시에 따라 가열단추를 3 - 4초간 눌러 tip을 가열하여 촉방가압충전을 시행하였다. 마스터 콘을 따라 Endotec spreader를 근관내로 삽입한 다음, 근단 쪽으로 적당한 압력을 주면서 시계방향으로 휘젓는 방식으로 회전시켜 마스터 콘을 전방향(치근단 및 촉방향)으로 연화하여 근관벽에 밀착시켰다. 이 때 spreader tip은 사용지시(2 - 4mm)에 따라 근관장보다 3mm 짧게 삽입하였고, 제거시에는 냉각상태에서 반시계방향으로 spreader를 3 - 4초간 회전하여 조심스럽게 빼내었다. spreader에 의해 확보된 공간에 1군과 동일하게 표준화 색채 거터퍼쳐 콘을 부가콘으로 하여 상기과정을 반복하여 근관내에 충전되도록 하였다. Endotec spreader가 근관입구에서 3 - 4mm이상 들어가지 않을 때까지 충전한 다음, Glick instrument를 화염에 가열하여 근관입구의 과잉 거터퍼쳐를 제거하였다. 이 때도 수직가압은 시행하지 않았으며, 역시 Caviton으로 근관입구를 충전하였다.

제 3군은 유리알 멸균기로 가열한 hot spreader를 이용하여 가열 촉방가압법에 의해 근관충전을 시행한 군으로서, 1군의 촉방가압법과 동일한 과정으로 근관충전을 시행하되, 충분히 가열된 유리알 멸균기(Purity, Sanda Co.,

Korea)(Fig. 3)에 1군에서 사용하였던 동일한 비표준화 근관 spreader #2,#3 (Finger spreader, Pierce, Japan)를 10초간 꽃아 가열한 후, 근관장 1mm까지 근관에 삽입하여 촉방가압을 시행하였다. 근관내에서 spreader를 제거할 때에는 이미 충전된 거터퍼쳐 콘이 붙어 나오지 않도록 spreader를 수회 회전하여 빼내었다. 이후 표준화 색채 거터퍼쳐 콘을 부가콘으로 하여 hot spreader가 근관입구에서 3 - 4mm이상 들어가지 않을 때까지 반복 충전한 다음, 화염으로 충분히 가열된 Glick instrument로써 근관입구의 과잉 거터퍼쳐를 절단 제거하였다. 이 때 역시 수직가압은 하지 않았다. 근관입구는 동일하게 Caviton으로 임시충전하였다. 그리고 근관충전 완료후, 방사선 사진을 찍어 근관충전의 상태를 확인하였다.

음성 및 양성 대조군은 근관형성은 하되 근관충전은 하지 않은 상태로, 양성 대조군은 침투제인 methylene blue 용액의 침투능력을 검사하기 위하여 치근단공을 그대로 개방하였으며, 음성 대조군은 nail varnish의 폐쇄효과를 검사하기 위하여 치근단공을 sticky wax로 밀봉하였다.

실험군에 대한 근관충전이 모두 완료된 후, 근관 실러와 임시충전제인 Caviton이 완전히 경화되도록 37℃, 100% 습도하에서 48시간동안 보관하였다. 이후 모든 실험군과 양성 대조군은 치근단공 주위 2mm를 제외한 모든 치근면에, 음성대조군은 치근단공을 포함한 모든 치근면에 nail varnish를 3회에 걸쳐 건조시키면서 반복 도포하였다.

이후 실험치아들을 2% methylene blue 용액에 48시간 침적하여 염색한 다음, 흐르는 물에 4시간동안 세척하였다. 음성 대조군을 제외한 실험표본의 nail varnish를 외과도로 모두 제거한 후, rubber mold를 이용하여 실험치아를 교정용 투명레진에 블록형태(10×10×20mm)로 매몰하였다. 투명레진이 경화한 24시간 후, 치아마다 차이를 보이는 근침에서 해부학적 치근단공까지의 거리를 실험과정에서 배제하기 위하여, 연마기를 이용하여 충전된 거터퍼쳐 콘이 최초로 노출되는 부위까지 근침으로부터 레진블럭을 횡연마하였다. 이 레진블럭 실험표본을 500μm 두께의 절단용 톱날(Isomet rotary saw, Velnus Co., Japan)이 장착된 박절기(microtome)상에 용융수지로 고정하여, 근침측으로부터 1mm의 균일한 간격으로 1, 2, 3, 4, 5mm의 정해진 수준에 따라 순차적으로 횡절단하였다. 이렇게 횡절단된 레진블럭은 5개의 절편들이 분산되지 않도록 테이프로 고정하였다.

각각의 절편들은 입체현미경(stereomicroscope, Olympus, Japan)하에서 20배율로 관찰하여 각 수준별로 methylene blue의 침투유무를 확인하였고, 장착된 카메라로 사진촬영을 하였다. 또 입체현미경에 CCD 카메라를 부착하여 그 화상을 capture한 후, 컴퓨터 모니터 상에 교정용 tracing paper를 밀착하여 근관과 색채 거터퍼쳐, 근관

실러의 외형선을 각각 추적기록(tracing)하였다. 이 때 연미색을 띠고 있는 근관 실러와 색채 거터퍼쳐(노랑, 빨강, 파랑, 녹색, 검정색)의 구별을 명확하게 하기 위하여 색조대비를 증폭하여 판별하였다. 이후 이 기록들을 scanning한 후 ImagePro Plus (7.0 ver.) 프로그램을 이용하여 각각의 폐곡선 면적들을 산출하였다. 이후 이 면적들을 계산하여 근관의 횡단 총면적과 충전된 거터퍼쳐 간의 면적 비율을 구하였다. 각군의 절단수준별 평균 면적비율을 구하고, 각 실험군간의 유의성 검정은 SPSS(7.5 ver.) 컴퓨터 분석 프로그램을 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Scheffe test로 통계분석하였다.

III. 실험 결과

〈치근단 미세누출〉

양성 대조군에서는 전근관을 통하여 누출을 보인 반면, 음성 대조군에서는 전혀 누출을 보이지 않았다.

미세누출은 실험군 모두에서 나타났으며, 평균 미세누출은 1군인 cold spreader 군이 1.57 ± 0.76 mm, 2군인 Endotec spreader 군이 0.86 ± 0.95 mm, 3군인 hot spreader 군이 0.64 ± 0.93 mm로 나타났다(Table 2). 유의성 검정 결과, 3군인 hot spreader 군이 1군인 cold spreader 군에 비해 통계적으로 양호한 결과($p < 0.05$)를 보였다(Table 3).

〈근관내 거터퍼쳐 면적비〉

각군의 절단수준별 근관내 거터퍼쳐 평균 면적비는 Table 4와 같다.

1 mm 수준에서는, 1군인 cold spreader 군이 평균 74.58±13.15(%), 2군인 Endotec spreader 군이 65.42±

Table 2. 각 군별 평균 미세누출(mm)

실험군	근관충전방법	평균±표준편차
1군	Cold spreader	1.57 ± 0.76
2군	Endotec spreader	0.86 ± 0.95
3군	Hot spreader	0.64 ± 0.93

Table 4. 각 군의 절단수준별 근관내 거터퍼쳐 평균 면적비 (%)

	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm
1군	74.58 ± 13.15	87.86 ± 11.22	93.16 ± 6.61	95.16 ± 5.17	91.21 ± 8.99
2군	65.42 ± 14.62	66.55 ± 14.02	87.81 ± 13.74	90.08 ± 7.84	96.94 ± 3.56
3군	80.72 ± 14.63	92.93 ± 7.24	95.18 ± 7.29	95.74 ± 4.42	96.17 ± 4.17

14.62(%), 3군인 hot spreader 군이 80.72 ± 14.63 (%)로 나타났으며, 2mm 수준에서는, cold spreader 군이 평균 87.86 ± 11.22 (%), Endotec spreader 군이 66.55 ± 14.02 (%), hot spreader 군이 92.93 ± 7.24 (%)로 나타났다.

면적비에 대한 유의성 검정결과, 1mm 수준에서는 hot spreader 군이 Endotec spreader 군에 비해 통계적으로 양호한 결과($p < 0.05$)를 보였으며, 2mm 수준에서는 2군인 Endotec spreader 군이 다른 두 군에 비해 통계적으로 불량한 결과($p < 0.05$)를 보였다. 나머지 3, 4, 5mm 수준에서는 세 군간에 유의한 차이가 없었다.

IV. 총괄 및 고안

새로 개발된 근관충전기법이나 근관실러의 근관밀폐효과를 평가하기 위한 실험방법 중 가장 일반적인 것은 근관충전 후의 변연누출 정도를 검사하는 방법이다. 이 방법론들은 누출을 확인하기 위한 침투재료로써 색소^{17,19)}나 미생물²⁰⁾, 방사선동위원소²¹⁾ 등을 사용한다. 그 중 색소침투를 이용한 방법이 육안관찰이 가능하고, 간편하고, 특별한 장비나 장치가 요구되지 않아서 보편적으로 많이 이용된다. Matloff 등²²⁾은 3종의 방사선 동위원소와 methylene blue의 침투력을 비교한 연구에서 색소침투법이 방사선동위원소법보다 근관내 침투력이 우수하다고 하였다. 본 실험에서도 methylene blue를 이용하여 치근단의 미세누출을 평가하였다.

Pitt Ford²³⁾는 실험실에서의 근관밀폐효과와 생체내의 조직반응과는 별 다른 상관관계를 발견할 수 없다고 하였다. 그러나, 단기간에 걸쳐 수행되는 실험실의 누출시험은 실제 생체와는 상황적인 차이가 있다. 즉, 실험실에서 발견된 치아표본을 대상으로 하는 색소침투검사법의 경우에는 입체적인 누출량 측정의 척도로써 침투된 색소의 평면적인 최대

Table 3. 각 군별 미세누출에 대한 유의성 검정(Scheffe test)

	Cold spreader	Endotec spreader	Hot spreader
Cold spreader			
Endotec spreader			
Hot spreader	*		

* : $P < 0.05$

길이만을 사용하는 바 다소 일면적 평가라는 문제가 있고, 근관 실러가 과도하게 개재되어 충전된 경우에도 누출은 결과적으로 적게 나타날 가능성이 있다. 그러나 생체에서는 과량의 근관 실러는 장기간에 걸쳐 조직내에서 용해될 가능성이 높고 이는 곧 미세누출을 야기하여 근관치료의 실패로 이어진다. 따라서 바람직한 근관밀폐는 비흡수성 불활성 충전재인 거터퍼처가 최대량으로 근관내를 치밀하게 폐쇄하고 있어야 하며, 근관 실러는 단지 거터퍼처로 충전되지 못한 불규칙한 근관벽과 거터퍼처사이 등의 미세한 공간만을 최소량으로 채우고 있어야 한다. 이에 본 연구에서는 색소 침투법의 문제점을 상호보완하기 위하여, 실험치아를 일정 수준에 따라 횡절단하여 각각의 횡단면상에서 근관충전적 대비 거터퍼처의 면적비율을 산출함으로써, 각 충전기법에 따른 근관밀폐효과의 정량적 평가를 도출하였다.

근관충전은 치아 부착기관(attachment apparatus)의 생물학적 파괴를 초래하는 자극원들의 유입이나 축적을 방지하기 위한 과정이다. 따라서 다양한 근관충전기법들은 근관계의 밀폐효과를 증진하기 위한 노력의 산물이라 하겠다.

측방가압법은 현재 임상에서 가장 널리 적용되고 있는 근관충전법이다. 1997년의 Cailleteau와 Mullaney²⁵⁾의 보고에 의하면, 미국 48개 치과대학의 89.6%인 43개 학교에서 측방가압법을 주요한 근관충전법으로 교육하고 있다고 하였으며, Seltzer²⁴⁾는 측방가압법은 90%정도의 임상성공률을 보인다고 보고하였다. 따라서 측방가압법은 여타 근관충전 술식의 평가를 위한 표준기법으로서의 위치를 점하고 있는 기법이다. 그러나 측방가압법은 전술한 바와 같이, 충전재인 거터퍼처가 균질한 덩어리를 형성하지 못하기 때문에 기공(void)의 잔류가 불가피하여 이 공간은 결국 비어 있거나 근관 실러만으로 채워지게 된다. 따라서 일정시간이 경과후 근관실러의 흡수가 초래되면 치근단 누출이 발생하는 등의 근관충전 자체가 문제가 된다.

근관계를 삼차원적으로 더욱 치밀하고 안정적으로 충전하고자 하는 노력들이 경주되어, 거터퍼처를 화염가열된 기구로 연화하는 Schilder¹⁴⁾의 수직가압법을 기점으로 하여 다양한 열연화 거터퍼처 충전법(warm gutta-percha techniques)들이 소개되어 왔다. 초기에는 화염에 가열할 수 있는 여러 기구(heat carrier, plugger)들이 고안되었으나 이는 기구를 화염상에서 직접 가열하기 때문에 열조절이 불가능하고 술식이 복잡한 단점이 있었다. 이후 온도조절이 가능한 전열기구와 장비들이 속속 개발되면서 발전된 여러 충전법들이 등장하게 되었다. 전통적으로, 거터퍼처를 이용한 근관계의 폐쇄기법을 통상 'condensation'이라 일컬어 왔다. 그러나 최근, 근관충전의 개념과 관련하여 이 용어의 부적절성을 지적하는 의견이 제시되고 있다. 미국근관치료학회가 발간한 『최신 근관치료학 용어집, 제 5 판』²⁶⁾에 의하면, 용적의 감소나 농축을 뜻하는 'condensation(압축)' 이

라는 용어에 대신하여 가압에 의한 거터퍼처의 단순한 뭉침을 뜻하는 'compaction(압박)'이란 용어의 사용을 권고하고 있기도 하다¹⁰⁾.

1986년, Martin 등^{15,26,27)}은 Endotec spreader(L.D. Caulk Co. / Dentsply, Milford, DE)를 이용한 가열 측방가압법을 소개하였다. 이 기기는 전선이 연결되지 않는 축전형의 전열 spreader로서, #30과 #45 파일의 크기와 동일한 두 종류의 spreader tip을 장착할 수 있도록 되어있다. #30 파일크기의 작은 tip은 만곡근관의 충전에 유효하도록 유연성이 있고, 작동단추를 누르면 315.5℃ 내지 343.9℃(또는 400℃)로 온도가 조절되며, 손잡이 내에 축전장치가 내장되어 있어 일정시간 충전하여 사용토록 설계되어 있다. 이러한 Endotec spreader를 이용한 가열 측방가압법은 기존의 측방가압법의 단점을 보완하고자 하였던 바, Liewehr 등¹³⁾은 전통적인 측방가압법에 비하여 삼차원적 충전효과를 얻을 수 있다고 하였으며, Kersten¹⁶⁾도 Endotec spreader를 사용하면 측방가압법이나 열가소성 주입법, 열기계적 충전법보다 누출이 유의성 있게 적었다고 하였다. Martin과 LaBounty²⁷⁾는 methylene blue를 사용한 색소침투실험에서 이 기법이 전통적인 측방가압법보다 우수한 결과를 보였다고 하였고, McComb과 Smith²⁸⁾도 Ultrafil 주입법이나 측방가압법보다 미세누출이 적었다고 보고한 바 있다. Martin과 Fischer²⁹⁾는 광탄성 용력평가를 통해 Endotec spreader를 이용한 가열측방가압이 전통적인 측방가압에 비해 가압용력을 감소시킬 수 있다고 하였다. 즉, 전통적인 측방가압법은 과도한 가압력에 의하여 근관의 미세균열을 야기할 수 있으며 이는 결국 수직 치근과 절로 이어져 근관치료의 실패를 초래할 수 있기 때문에, Endotec기법이 효과적이라 하였다.

Castelli 등²⁹⁾의 보고에 의하면, Endotec spreader를 제조회사에서 추천하는 근관내 가열시간인 6 - 15초를 초과하는 60초간 가열한 경우에도 이 때 발생된 열은 수직가압법에 비해 치주조직에 대한 손상이 적다고 하였고, 발생된 열은 상아질에 의해 적절히 완충될 수 있어 치주조직의 세포손상 등과 같은 위해한 조직학적 소견을 보이지 않는다고 하였다. 또한 상아질의 열발산능력과 낮은 열전도율은 효과적인 절연효과를 보인다고 지적하면서, Endotec spreader는 근관충전치료에 안전하게 사용할 수 있다고 결론지었다.

Sauveur³⁰⁾은 Endotec spreader와 유사기능을 가진 전열기구인 Thermopact(Degussa, France)를 이용하여 가열 측방가압법에 적용하기도 하였다. 이 기기는 온도조절과 유지가 가능한 제어기능을 가지고 있고 여러 크기의 spreader를 장착할 수 있는 핸드피스형의 전열기구이다. 이 기기는 42℃로 조절된 온도에서는 가열 측방가압충전을, 59℃의 온도로는 수직가압충전에 활용하도록 하고 있다³⁾.

그러나, 가열 측방가압법은 그 원리의 타당성에도 불구하고, 전용기구인 Endotec spreader가 가지고 있는 기계적인 문제점들로 인하여 이를 임상에 적용할 경우 여러 실제적인 난점들이 적지 않다. 이미 충전된 거터퍼처가 가열된 Endotec spreader에 접촉되어 떨어져 나오는 문제점이 그의 대표적인 예로서, 술자의 숙련도에 따라 차이가 있겠으나 주의하지 않으면 애써 충전한 거터퍼처 mass 전체가 근관 밖으로 통채로 이탈되기도 한다. 이러한 Endotec기법의 문제점을 해결하기 위한 방법으로 Liewehr 등¹³⁾에 의해 'zap & tap' 기법이 제안되기도 하였다. 이 기법은 전통적인 측방가압법을 먼저 시행한 후, 근관내 거터퍼처 mass에 4 - 5초간 예열 ('zap')한 Endotec spreader tip을 매우 가벼운 압력으로 10 내지 15회 정도 연속적으로 두드려 넣어 ('tap') 근관장 2 - 3mm 깊이까지 침투시킨다. Tip은 가열된 상태에서 제거하고, 확보된 공간에 cold spreader로 다시 가압한 후 추가의 부가 거터퍼처 콘으로 반복 충전하는 기법이다. Liewehr 등¹³⁾은 이 방법에 의해 거터퍼처가 근관에서 이탈되는 문제를 간단하고 효과적으로 줄일 수 있다고 주장하였다. 그러나, 기본적으로 Endotec 본체의 부피가 크고 무겁기 때문에 이러한 기법상의 수정을 가한다 하더라도 역시 조각상의 불편감은 피할 수 없으며, 간단하기보다는 오히려 복잡하다. 특히 접근이 용이치 않은 구치부인 경우에 더욱 그러하다.

Castelli 등²⁹⁾은 Endotec spreader의 온도로는 치주조직에 영향을 끼치지 않는다고 하였으나, 400℃에 이르는 고열을 반복하여 근관에 적용해야 하기 때문에 치주조직의 위해는 물론이고 거터퍼처의 변형 및 변질가능성을 완전히 배제할 수는 없다. Endotec spreader는 적정한 가열온도를 일정하게 선택, 유지하는 제어장치가 없기 때문에 작동단추를 누르고 있는 시간에 따라 최고 400℃까지 가열될 수 있다. 즉, 술자의 부주의로 인해 제조사의 권고사항을 초과하면 방사열(radiating heat) 등의 불필요한 고온을 유발할 가능성이 있다.

Luccy 등¹⁷⁾의 색소침투법에 의한 치근단 밀폐효과에 관한 연구에 의하면, 전통적인 측방가압법과 Touch'n Heat 및 Endotec system을 사용한 가열 측방가압법간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다고 하여, 전술한 Martin과 LaBounty²⁷⁾나 Liewehr 등¹³⁾의 연구들과는 상이한 결과를 보고하기도 하였다. 즉, 고열을 발생시키는 Touch'n Heat를 사용하여 측방가압한 경우가 오히려 상대적으로 저열기법인 Endotec 법과 전통적인 측방가압법에 비해 더 많은 누출을 보인 사실에 주목하여, 거터퍼처 연화에 필요한 적정온도를 초과하면 과열로 인해 거터퍼처의 물리화학적 변형과 void, 과도한 수축이 초래된다고 하였으며, 또한 Endotec 기법은 술자의 숙련도에 따라 그 충전 결과가 크게 달라진다고 하였다.

Endotec spreader tip의 규격은 #30과 #45-파일 크기 2가지로 국한되어 있다. 따라서 근관의 성형형태나 체적에 따른 개별적인 적용이 어렵고, 특히 large tip은 적용범위가 협소하다. 제조사의 임상매뉴얼¹⁵⁾에 의하면, 술자의 요구에 따라 Endotec spreader를 cold spreader 용도로도 겸용할 수 있다고 하였으나 좁은 구강내에서 핸들을 회전하여 가압할 수 있는 범위가 좁기 때문에 cold spreader로서의 기능은 기대하기 어렵다. 필요하다면 통상의 cold spreader를 추가로 사용해야 한다. 따라서 단지 거터퍼처에 열을 전달하거나 제거하는 heat carrier로서의 기능에 한정되기 때문에, 보다 치밀한 충전을 얻기 위해서는 cold spreader를 Endotec과 병용,사용해야 하는 번거로움이 있으며, 여타 측방가압법의 응용기법들(hybrid techniques)에 비하여 충전시간도 많이 소요되며, 기기가 고가인 점도 현실적인 문제점이다.

본 실험에서는 통상의 측방가압법과 Endotec 및 hot spreader를 이용한 가열 측방가압법의 근관밀폐효과를 비교해 보고자, 색소침투법에 의한 치근단 미세누출실험 및 근관내 거터퍼처의 면적비 측정 실험을 시행하였다.

실험결과, 색소침투법에 의한 치근단 평균 미세누출은 1군인 cold spreader 군이 $1.57 \pm 0.76\text{mm}$, 2군인 Endotec spreader 군이 $0.86 \pm 0.95\text{mm}$, 3군인 hot spreader 군이 $0.64 \pm 0.93\text{mm}$ 로 나타났으며, 유의성 검정 결과 hot spreader 군이 cold spreader 군보다 밀폐효과가 우수하였으며, Martin과 Fischer²⁶⁾ 및 McComb과 Smith²⁸⁾의 보고와는 상이한 결과를 보였다. 근관내 거터퍼처 면적비는, 1mm 수준의 경우는 cold spreader 군이 $74.58 \pm 13.5(\%)$, Endotec spreader 군이 $65.42 \pm 14.62(\%)$, hot spreader 군이 $80.72 \pm 14.63(\%)$ 로 나타났으며, 2mm 수준의 경우는 cold spreader 군은 $87.86 \pm 11.22(\%)$, Endotec spreader 군이 $66.55 \pm 14.02(\%)$, hot spreader 군이 $92.93 \pm 7.24(\%)$ 로 나타났다. 면적비에 대한 유의성 검정 결과, 1mm 수준에서는 hot spreader 군이 Endotec spreader 군에 비해 유의한 차이를 보였으며, 2mm 수준에서도 동일하게 hot spreader 군이 Endotec spreader 군에 비해 유의한 차이를 보인 것과 더불어 cold spreader 군도 Endotec spreader 군에 비해 유의한 차이를 보였다. 나머지 3, 4, 5mm 수준에서는 각 군간의 통계적 유의성은 없었다.

1군의 횡단면을 관찰한 결과(Fig. 4 - 6), 색채 거터퍼처 콘들이 cold spreader의 가압에 의해 일부 변형되기는 하였지만 대부분 개개의 외형을 분명하게 유지하며 서로 분리되어 있는 양상을 보여주고 있었으며, 그 사이에 근관 실러들이 개재되어 있었다.

2군의 횡단면(Fig. 7 - 9)은 색채 거터퍼처 콘들이 Endotec spreader의 열에 의해 용융된 상태로서, 1군에

비해 거터퍼처콘의 각각의 외형선이 불규칙하거나 불분명한 모습을 관찰할 수 있었다.

3군의 횡단면(Fig. 10 - 12)은 2군과 유사한 양상을 관찰할 수 있었는데, 색채 거터퍼처 콘들이 hot spreader의 열에 의해 용융되어 거터퍼처 콘의 색채가 서로 혼합된 모습을 보이고 그 경계가 분명치 않았다. Cold spreader로 가압충전한 1군에 비해 거터퍼처 콘들이 서로 결합된 mass의 형태를 관찰할 수 있었다.

본 연구에서 실험적으로 응용한 hot spreader는 유리알 멸균기로(Fig. 3) 가열하였다. 유리알 멸균기는 파일 등의 근관치료용 소기구를 진료실에서 간편하게 멸균하기 위한 소형 장비이다. 그러나 멸균효과가 불확실하기 때문에 이를과는 달리 소독기에 가까운 보조장비이다. 일반적으로, 근관치료용 소기구는 10 - 15초 정도 가열하는 것으로 알려져 있다³¹. 본 실험에 사용한 유리알 멸균기(Purity, Sanda Co., Korea)는 온도 표시장치가 부착되어 있어 약 10분간 예열하면 225℃ - 230℃까지 가열되어 안정되게 최고온도를 유지할 수 있다. 유리알 멸균기에서 가열한 hot spreader를 사용하여 가열 촉방가압충전을 시행하면, 실제 임상적 용에 있어 다양한 효과와 잇점을 얻을 수 있으리라 사료된다. 전술한 실험결과 이외에도, 반고형성의 거터퍼처를 연화시킴으로써 가압력의 경감효과가 있을 것으로 판단된다. 따라서 촉방가압시에 야기될 수 있는 치근균열이나 수직 치근파절의 가능성을 어느 정도 감소시킬 수 있으리라 사료된다. Hatton 등³²은 근관충전시의 가압력의 크기가 치근단 밀폐에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 즉, 과도한 힘으로 가압한다고 해서 치밀하고 균질의 치근단 충전을 얻을 수 있는 것은 아니라고 하였다. 적절한 가압력하에서 가능한 한 치근침 가까이(1mm 이내) 근관 spreader를 삽입하여 압박하는 것이 치밀한 근관충전의 가장 중요한 요소이다. 따라서 가압력의 감소는 과도한 압력에 의한 치근파절의 가능성을 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 근관 spreader를 작업장 1mm이내의 범위까지 작은 저항감으로 접근시켜 치밀한 치근단 충전을 얻어내는 데에 일조할 것으로 기대된다. Holcomb 등³³에 의하면, 수직 치근파절을 야기하는 가장 일반적인 원인으로 '부적절한 post 장착' 과 아울러 '근관충전시에 발생하는 과도한 압력' 을 지적하고 있다. 그의 보고에 따르면, 거터퍼처 콘으로 촉방가압충전한 54개의 하악전치를 실험대상으로 조사한 결과, 수직 치근파절을 발생시키는데에는 약 1.5kg 정도의 작은 힘으로도 가능하다고 하여 이를 임상적인 spreader force의 가이드라인(guide line)으로 제시하고 있다. 통상적으로, 근관충전에 적절한 가압력을 아말감 수복시의 충전압(약 6.8kg)에 준하는 것으로 평가해 왔던 것에 비하면, 이 연구보고는 여러 시사점을 던져주고 있다.

또한 유리알 멸균기로 가열한 hot spreader를 사용하면,

Endotec의 경우와 같이 거터퍼처가 spreader에 접촉되어 근관내에서 이탈되는 문제가 없다. 통법의 촉방가압법에서의 spreader 조작과 동일하게 수차례 회전시키면, 급속하게 냉각되어 cold spreader로 전환되기 때문에 연화된 거터퍼처에서 쉽게 분리된다. 가열기구의 사용시 silicon oil과 같은 윤활제의 사용이 추천되기도 하나³⁴, 이 경우에는 통법대로 알콜 스폰지 등으로 spreader를 깨끗이 닦아내는 정도면 충분하다. 더불어 기구의 부피나 무게의 측면에서도 Endotec에 비할 수 없을 정도로 조작이 간편하고, 경제적이다. spreader의 소독효과도 겸하여 얻을 수 있다.

한편, 치주조직에 위해할 수 있는 고온을 사용하지 않기 때문에 이 점이 있어서도 안전하다고 사료된다. Endotec이 최고온도 400℃, Touch'n Heat가 최고온도 816℃에 이르며, System-B가 200℃로 사용되고, 수직 가압충전시에 화염가열한 열기구의 온도가 평균 321.2℃인 것에 비하면 저온일 것으로 추정된다. 본 실험에서는 hot spreader의 온도변화에 관한 연구는 시행하지 못하였다. 그러나 Marciano 등¹¹의 연구결과를 유추해 볼 때, 230℃의 최고온도를 유지하는 유리알 멸균기에 cold spreader를 10초간 삽입하면 그 최고온도로까지 가열될 수 있다고 가정하더라도 spreader가 근관내로 이동할 때 빠르게 냉각되기 때문에 근관내 거터퍼처에 전달되는 온도는 단지 100℃ 미만일 것으로 사료된다. 즉, Marciano 등¹¹은 채래의 수직가압충전시에 사용하는 화염가열된 열기구의 온도가 평균 321.1℃에 이르고 이 온도가 화염에서 약 80cm직접거리에 위치한 근관내에 적용되었을 때 거터퍼처 표면에 전달되는 온도가 평균 140.7℃에 달한다고 하였는 바, 56.2%의 열이 손실되어 43.8%의 잔열만이 거터퍼처에 전달된 것이다. Merck index³⁵에 의하면 거터퍼처가 100℃이상으로 가열되면 부분적 변성을 초래하고, 더욱 과열되면 거터퍼처가 끓어오르며(bubbling) 발연(smoking)한다고 하였다. Marciano 등¹¹은 60℃를 가열 spreader의 적정온도로 제안한 바 있으며, Sauveur³⁶은 가열 촉방가압법에 적절한 전열 spreader의 온도를 42℃로 설정하였고, 또한 Goodman과 Aldrich³⁷는 80℃까지 가열하여도 거터퍼처의 형태학적 변화가 일어나지 않는다고 하여 수직가압충전법을 사용할 때 화염에 가열하는 heated carrier의 최고온도를 80℃로 권고하였다. 가열 촉방가압충전에 화염으로 직화한 spreader를 적용하기도 하나 이 방법은 spreader의 가열상태를 일정하게 조절하기 어려울 뿐만 아니라, 필요이상의 고온으로 가열되며, 술자가 화상을 입을 위험성이 있다. 또한 spreader의 예리한 tip이 화염에 직접 가열되면 매우 취약해지기 때문에 근관내에서 파절될 수도 있다.

열연화 거터퍼처 충전법의 공통된 결점은 길이조절이 용이치 않아 과잉충전의 가능성이 높다는 것이다. 그러나 hot spreader를 이용한 가열 촉방가압법은 이러한 문제를 최소

화할 수 있으며, 불규칙하고 비정상적인 형태의 근관에 적용할 수 있으며, 만곡근관에서도 spreader를 미리 만곡시켜 통법대로 사용할 수 있는 편의성이 있다고 사료된다.

V. 결 론

저자는 단근관을 가진 46개 단근치를 실험대상으로 하여, 엔진구동형 Ni-Ti Profile을 사용하여 step-down 법에 의한 근관형성을 시행하고, cold spreader(1군)와 Endotec spreader(2군) 및 cold spreader를 유리알 멸균기에서 가열한 hot spreader(3군)를 사용하여 측방가압충전을 시행하였다. 각 군의 실험치아를 methylene blue에 침적처리한 후 투명레진에 매몰하여 블록시편을 제작하고, 이를 근침으로부터 1mm의 균일한 간격으로 1, 2, 3, 4, 5mm 정해진 수준에 따라 박절기로 횡절단하였다. 이 절편들을 CCD 카메라가 장착된 입체현미경으로 관찰하여 각 수준별 색소침투를 평가하고, 그 화상을 capture하여 절단 수준별로 근관총면적 대비 거터퍼처의 면적비율을 측정하여 근관 밀폐효과를 평가하였는 바, 다음과 같은 결론을 얻었다.

<치근단 미세누출>

1. 실험군 모두 미세누출을 보였다.
2. 색소침투법에 의한 치근단 평균 미세누출은 1군인 cold spreader 군이 $1.57 \pm 0.76\text{mm}$, 2군인 Endotec spreader 군이 $0.86 \pm 0.95\text{mm}$, 3군인 hot spreader 군이 $0.64 \pm 0.93\text{mm}$ 로 나타났으며,
3. 유의성 검정 결과, 3군인 hot spreader 군이 1군인 cold spreader 군에 비해 통계적으로 양호한 결과($p < 0.05$)를 보였다.

<근관내 거터퍼처 면적비>

1. 1mm 수준에서는, cold spreader 군이 평균 $74.58 \pm 13.15(\%)$, Endotec spreader 군이 $65.42 \pm 14.62(\%)$, hot spreader 군이 $80.72 \pm 14.63(\%)$ 로 나타났으며, 2mm 수준에서는, cold spreader 군이 평균 $87.86 \pm 11.22(\%)$, Endotec spreader 군이 $66.55 \pm 14.02(\%)$, hot spreader 군이 $92.93 \pm 7.24(\%)$ 로 나타났다.
2. 면적비에 대한 유의성 검정결과, 1mm 수준에서는 hot spreader 군이 Endotec spreader 군에 비해 통계적으로

로 양호한 결과($p < 0.05$)를 보였으며, 2mm 수준에서는 2군인 Endotec spreader 군이 다른 두 군에 비해 통계적으로 불량한 결과($p < 0.05$)를 보였다.

3. 나머지 3, 4, 5mm 수준에서는 세 군간에 유의한 차이가 없었다.

따라서 치근단 미세누출 및 근관내 거터퍼처 면적비에 대한 본 실험의 결과만에 의거한다면, 임상에서 흔히 접하는 유리알 멸균기로 가열한 hot spreader를 활용하여 측방가압충전을 시행하면 미세누출이 적고, 근관내 거터퍼처 면적비가 양호하며, 가압응력도 경감시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. West JD, Roane JB : Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the pulp. 7th ed. St. Louis: CV Mosby, 203-56,1998
2. Davis SR, Brayton SM, Goldman M : The morphology of the prepared canal: a study utilizing injectable silicon. Oral Surg 34:642-8,1972
3. Nguyen NT : Obturation of the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the pulp. 6th ed. St. Louis: CV Mosby, 219-71,1994
4. Dow PR, Ingle JI : Isotope determination of root canal failure. Oral Surg 8:1100-4,1955
5. Cailleteau JG, Mullaney TP : Prevalence of Teaching apical patency and various instrumentation and obturation techniques in the United States dental schools. J Endodon 23:394-6,1997
6. Brayton SM, Davis SR, Goldman M : Gutta-percha root canal fillings, An in vitro analysis, Part I. Oral Surg 35:226-31,1973
7. Gimlin DR, Parr CH, Aguirre-Ramires G : A comparison of stresses produced during lateral and vertical condensation using engineering models. J Endodon 12:235-41,1986
8. Meister F, Tennyson L, Gerstein H : Diagnosis and possible causes of vertical root fractures. Oral Surg 49:243-53,1980
9. Hatton JF, Ferrillo PJ, Wagner G, Stewart GP : The Effect of condensation pressure on the apical seal. J Endodon 14:305-8,1988.
10. Gutmann JL, Witherspoon DE : Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the pulp. 7th ed. St. Louis: CV Mosby, 258-361,1998
11. Marciano J, Michalesco PM : Dental gutta percha: chemical composition, x-ray identification, enthalpic studies, and clinical implication. J Endodon 15:149-53,1989
12. Friedman CE, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW : Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. J Endodon 3:304-8,1977
13. Liewehr FR, Kulild JC, Primack PD : Improved density of gutta-percha after warm lateral condensation. J Endodon 19:89-91,1993

14. Schilder H : Filling root canal in three dimensions. Dent Clin North Am 11:723-44,1967
15. Endotec thermal endodontic condenser system. The warm lateral compaction technique clinical manual. L. D. Caulk Division, Dentsply International Inc.,Milford,DE, 1986
16. Kersten HW : Evaluation of three thermoplasticized gutta-percha filling techniques using a leakage model in vitro. Int Endod J 21:353-60,1988
17. Luccy CT, Weller RN, Kulid JC : An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. J Endodon 16:170-2,1990
18. Liewehr FR, Kulild JC, Primack PD : Obturation of a C-shaped canal using an improved method of warm lateral compaction. J Endodon 19:474-7,1993
19. Beatty RG, Baker PS, Haddix J, Hart F : The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration JADA 119:633-7,1989
20. Michailesco PM, Valcarcel J, Grieve AR, Levallois B, Lerner D : Bacterial leakage in endodontics: An improved method for quantification. J Endodon 22:535-9,1996
21. Czonstkowsky M, Michanowicz A, Vazquez J : Evaluation of an injection of thermoplasticized low temperature gutta-percha using radioactive isotopes. J Endodon 11:71-4,1985
22. Matloff IR, Jensen JR, Singer L, Tabibi A : A comparison methods used in root canal sealability studies. Oral Surg 52:203-7,1982
23. Pitt Ford TR : Relation between seal of root fillings and tissue response. Oral Surg 55:291-4,1983
24. Seltzer S : Endodontology. Biologic Considerations in Endodontic Procedures, 2nd ed., 55:291-4,1988
25. Glossary : Contemporary terminology for endodontics, 5th ed, Chicago, 1994, American association of Endodontists.
26. Martin H, Fischer E : Photoelastic stress evaluation of Endotec vs lateral condensation, Oral Surg 70:325-7,1990
27. Martin H, LaBounty G : Endotec(warm lateral) vs lateral condensation leakage, Oral Surg 70:325-7,1990
28. McComb D, Smith DC : Comparison of the physical properties of polycarboxylate-based and conventional root canal sealers, J Endodon 2:228,1976
29. Castelli WA, Caffesse RG, Pameijer CH, Diaz-Perez R, Farquhar J : Periodontium response to a root canal condensing device(Endotec). Oral Surg 71:333-7,1991
30. Sauveur G : Amelioration des techniques d' obturation endodontiques a la gutta: Thermopack, Inf Dent 15:1327,1986
31. Holcomb JQ, Pitts DL, Nicholls JI : Further investigation of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. J Endodon 13:277-84,1987
32. Merck index. 9th ed. Rahway, NJ: Merck & Co., inc., 596,1976
33. Goodman A, Aldrich W : The thermomechanical properties of gutta percha, Part4. A thermal profile of warm gutta percha packing procedure. Oral Surg 51:544-51, 1981

사진부도 설명

- Fig. 1. Colored gutta-percha cones
- Fig. 2. Nonstandardized spreader
- Fig. 3. Glass bead sterilizer
- Fig. 4. Cold spreader 충전군 (1 mm level)
- Fig. 5. Cold spreader 충전군 (2 mm level)
- Fig. 6. Cold spreader 충전군 (3 mm level)
- Fig. 7. Endotec spreader 충전군 (1 mm level)
- Fig. 8. Endotec spreader 충전군 (2 mm level)
- Fig. 9. Endotec spreader 충전군 (3 mm level)
- Fig.10. Hot spreader 충전군 (1 mm level)
- Fig.11. Hot spreader 충전군 (2 mm level)
- Fig.12. Hot spreader 충전군 (3 mm level)

사진부도

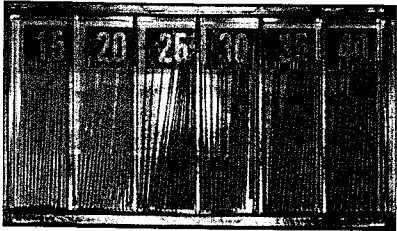


Fig. 1



Fig. 2

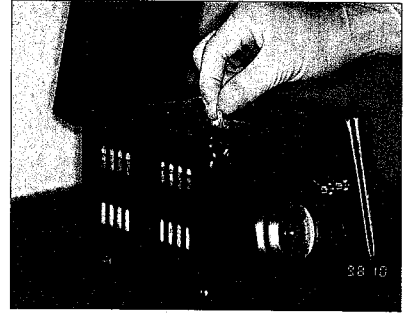


Fig. 3

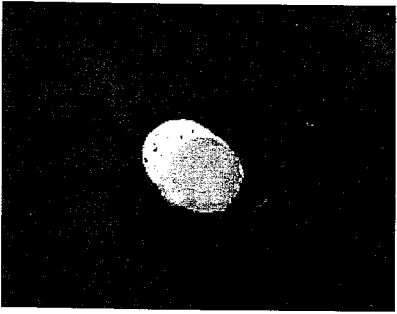


Fig. 4

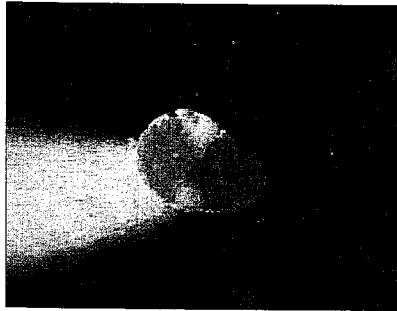


Fig. 5

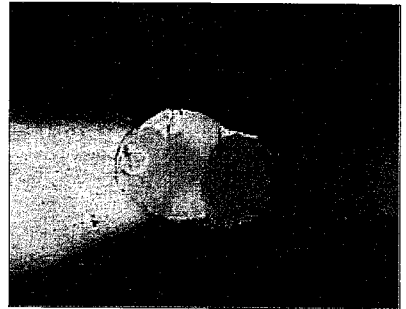


Fig. 6

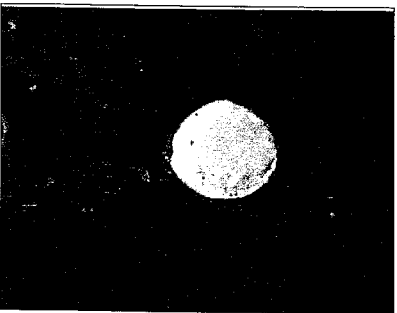


Fig. 7

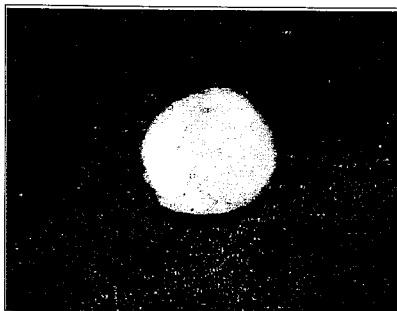


Fig. 8

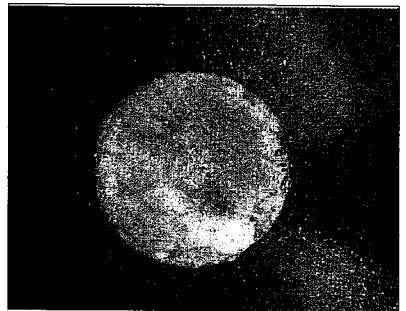


Fig. 9

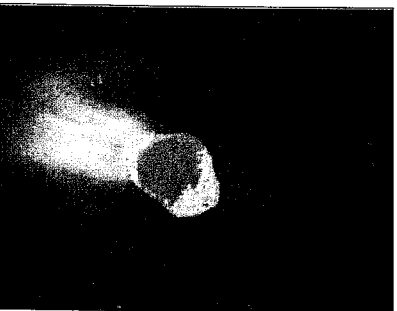


Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12