

모조 근관의 크기와 충전 방법이 orthograde MTA apical plug의 미세누출에 미치는 영향

남득림 · 박정길 · 허 복 · 김현철*

부산대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실

ABSTRACT

EFFECTS OF CONDENSATION TECHNIQUES AND CANAL SIZES ON THE MICROLEAKAGE OF ORTHOGRADE MTA APICAL PLUG IN SIMULATED CANALS

Deuk-Lim Nam, Jeong-Kil Park, Bock Hur, Hyeon-Cheol Kim*

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Pusan National University, Busan, Korea

The purpose of this study was to compare the dye leakage of MTA (mineral trioxide aggregate) apical plug produced by two orthograde placement techniques (hand condensation technique and ultrasonically assisted hand condensation technique).

To simulate straight canal, 60 transparent acrylic blocks with straight canal were fabricated. These transparent acrylic blocks were divided into 2 groups (Group C; hand condensation technique (HC) and Group U; ultrasonically assisted hand condensation technique (UAHC)) of 30 blocks with each MTA application method. Each group was divided into 2 subgroups (n = 15) with different canal size of #70 (subgroup C70 and subgroup U70) and #120 (subgroup C120 and subgroup U120). After apical plug was created, a wet paper point was placed over the MTA plug and specimen was kept in a humid condition at room temperature to allow MTA to set. After 24 hours, remaining canal space was backfilled using Obtura II. All specimens were transferred to floral form soaked by 0.2% rhodamine B solution and stored in 100% humidity at room temperature. After 48 hours, resin block specimens were washed and scanned using a scanner. The maximum length of microleakage was measured from the scanned images of four surfaces of each resin block using Photoshop 6.0.

Statistical analysis was performed with Mann-Whitney U test. Group U of UAHC had significantly lower leakage than Group C of HC in #70-size canal (subgroup U70) ($p < 0.05$). [J Kor Acad Cons Dent 34(3): 208-214, 2009]

Key words: MTA, apical plug, orthograde placement, hand condensation, ultrasonic

-Received 2009.3.5., revised 2009.3.19., accepted 2009.4.27.-

I. 서 론

외상이나 우식증 혹은 여러가지 치수 병변에 의한 근첨 미완성이나 과도한 기구 조작에 의한 생리적 근첨 협착부의 소실은 근관치료 시에 특별한 주의를 요한다. 이러한 경우,

근관이 크고 근단공이 열려 있으며 근관벽이 얇기 때문에 근관치료가 어려울 수 있고, 특히 근관을 충전할 때 과충전의 위험성을 가지며 충전 술식의 어려움을 초래한다. 이렇게 근단공이 열려있거나 과사 치수를 가진 미성숙 치아의 근관으로부터 세균이나 독성이 치근단부 조직으로 넘어가는 것을 막고 근관충전에서 충전물의 근단부 정출을 막기 위해 근첨폐쇄술을 행하게 된다^{1,2)}.

근첨폐쇄술을 위해 가장 먼저 선택되는 재료는 수산화칼슘이었다^{1,2)}. 수산화칼슘을 이용한 근첨폐쇄술은 재료의 높은 알칼리성, 낮은 세포독성, 항세균 능력, 잠재적 골형성 촉진 등으로 인해 높은 성공 예후를 보였다^{1,3,4)}. 이러한 효

*Corresponding Author : **Hyeon-Cheol Kim**
Department of Conservative Dentistry
School of Dentistry, Pusan National University,
1-10, Amidong, Seogu, 602-739, Busan, Korea
Tel: 051-240-7454
E-mail: golddent@pusan.ac.kr

*This work was supported for two years by Pusan National University Research Grant

울성에도 불구하고, 근침폐쇄를 위한 시간이 많이 소요되고 환자의 협조 및 다수의 내원이 필요하며 치료 기간 중 임시 수복물의 누출 가능성이 있고 수산화칼슘의 장기 적용에 따른 치근 파절의 가능성이 증가되는 등 여러 단점이 지적되었다^{1,5-7)}. 이러한 단점을 극복하기 위하여, mineral trioxide aggregate (MTA)를 사용한 일회 내원을 통한 근침폐쇄술이 대체 방법으로 여러 연구에서 제안되었다^{1,2,8-19)}.

MTA의 주성분은 tricalcium silicate, tricalcium aluminate, tricalcium oxide, silicate oxide이다^{20,21)}. MTA는 수화과정을 통해 pH 12.5의 colloidal gel을 형성하고 점차 경화되어 약 3-4시간 후 단단한 구조체를 이루게 된다²²⁾. MTA는 생체적합성이 좋고 수분이 있는 환경에서 경화가 이루어지며 방사선 불투과성을 가지고 치수나 치근단 조직에 근접하여 적용되었을 때 원래의 조직 재생을 촉진시키는 등 많은 장점을 가진다^{19,20,22)}.

이러한 물리적, 생물학적 특성에도 불구하고, MTA를 정방위 충전하기 위한 기술적인 어려움 (technique sensitivity)이 주요한 단점으로 지적되었다. 특히 근단공이 열려 있는 경우 MTA를 적용할 때 근침부로부터의 저항성 부족에 따른 과충전을 막기 위해 방사선 사진을 통해 그 충전 상태를 반드시 검증하여야 한다. 단순히 근단부 근관에 적용을 하기 어려운 것만 아니라, 미성숙 치아의 벌어진 해부학적 근관 구조나 치근 흡수 등으로 인해 열린 근침의 경우 상아질 벽으로의 긴밀한 적합이 어렵게 된다¹⁰⁾.

MTA의 정방위 충전에 대해, Aminoshariae 등¹⁸⁾은 0.7mm의 내경을 가진 모조 직선 근관에서 hand condensation technique (HC)이 초음파 보조 hand condensation technique (UAHC)보다 공극을 적게 만들었다고 보고하였다. 반면에, Yeung 등¹⁷⁾은 #45크기를 가진 직선 근관과 만곡 근관 모두의 경우에서 UAHC가 HC보다 긴밀한 MTA 충전을 얻을 수 있었다고 보고 하였다. 또, Lawley 등¹²⁾의 연구에서는 1.24mm 크기로 근단부를 성형한 사람 소구치의 MTA 충전 비교에서 UAHC로 충전한 경우 HC만으로 충전한 경우보다 세균 누출이 적고 초음파로 충전한 경우가 방사선학적으로 더 긴밀하고 공극이 적은 충전을 보였다고 보고하였다. 이러한 연구들은 보조적으로 초음파를 사용하는 것의 효율성이나 근관 크기의 실험 조건에 따라 서로 다른 결과를 보이고 있다^{12,17,18)}.

지금까지 HC 혹은 UAHC 방법을 통해 정방위 충전한 MTA plug의 미세누출을 동시에 여러 근관 크기에서 비교한 경우는 없었다. 이 연구의 목적은 모조 근관을 이용하여 두 근관 크기에서 HC와 UAHC두가지 정방위 충전 방법에 따른 MTA apical plug의 염색액 누출을 비교하는 것이었다.

Ⅱ. 연구 재료 및 방법

1. 아크릴릭 레진 모조 근관 블록의 제작

아크릴릭 레진 모조 근관 블록 (1×1×2cm)을 만들기 위해 putty 형틀을 만들고 그 가운데로 근관을 만들기 위해 1.2mm (n=30)와 0.7mm (n=30) 굵기의 직선 stainless steel (SS) wire를 넣었다 (Figure 1). Putty 형틀에 아크릴릭 레진 (A-240; Rohm and Hass, Philadelphia, PA, USA)을 붓고 기포가 생기지 않도록 24시간동안 진공 기계에서 경화시켰다. 레진이 경화된 후, 블록으로부터 SS wire를 제거하여 모조 근관을 형성하였다. 순차적인 sandpaper와 aluminum oxide powder를 사용하여 60개의 투명한 레진 블록 근관을 만들었다.

2. 실험군

총 60개의 근관을 각 30개씩 두 그룹 (Group C and Group U)으로 나누고 다시 각 그룹을 근관 크기에 따라 두 가지의 실험군 (n=15)으로 분류하였다. 최종 실험군은 #70 근관을 가진 두 실험군 (Group C70 and U70)과 #120 크기의 근관을 가진 다른 두 실험군 (Group C120 and U120)이었다 (Figure 2). Group C의 모조 근관은 근단부를 수기구만을 사용 (HC)하여 ProRoot MTA (Tulsa Dentsply, Tulsa, Okla, USA)로 apical plug를 형성하였고 Group U는 초음파를 보조 적용하여 수기구 충전 (UAHC)하였다.

3. Apical plugging 과정

Group C에서는 ProRoot MTA를 HC방법으로 충전하였다. 각 시편을 치근단 조직의 습윤 환경을 재현하기 위해 물에 적신 floral form에 꽂았다. 제조사 지시대로 MTA를 혼합하고 #4 lentulo spiral (Paste carrier; MANI, Utsunomiya, Tochigi, Japan)을 사용하여 근관에 적용한 후 SS plugger (Obtura S-Kondenser; Obtura Crop., Fenton, MO, USA)로 충전하여 4mm의 apical plug를 형성하였다.

Group U에서는 UAHC방법을 사용하여 MTA apical plug를 형성하였다. Yeung 등¹⁷⁾에 의해 제안된 방법에 따라, 수동형 SS plugger를 사용하여 4mm의 apical plug를 형성한 후 plugger와 MTA가 접촉한 상태를 유지하면서 Spartan ultrasonic unit (Obtura Crop., Fenton, MO, USA)의 최저 출력상태로 초음파 팁 (CPR-2E, Tulsa Dentsply, Tulsa, Okla, USA)을 plugger에 접촉하여 1초간 간접 적용하였다(Figure 3).

Apical plug를 만든 후에, 젖은 paper point를 MTA plug 위에 올려두고 MTA가 경화될 동안 습윤한 환경을 유지하기 위해 밀봉된 박스 안에 넣고 실온에 보관하였다. 24 시간 경과 후, Obtura II (Obtura Corp., Fenton, MO, USA)를 사용하여 gutta-percha (Obtura; Obtura spartan, Fenton, MO, USA)로 남은 근관 부분을 back-fill-링하였다.

4. 미세누출 시험

모든 시편을 0.2% rhodamine B 용액에 적신 floral form으로 옮기고 100% 습도의 실온에 보관하였다. 48시간 후에 흐르는 물에서 30분동안 레진 블록 시편을 세척한 후 해상도 2400dpi의 스캐너 (Scanjet; C8510A, Hewlett-Packard, Houston, TX, USA) 를 사용하여 스캔하였다. Photoshop 6.0 (Adobe, San Jose, CA, USA)

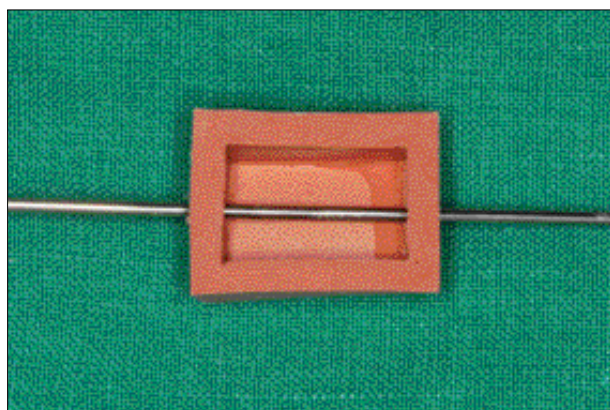


Figure 1. Putty mold was made for 1 × 1 × 2 cm block and a straight round stainless steel wire of 1.2 mm was inserted in it.

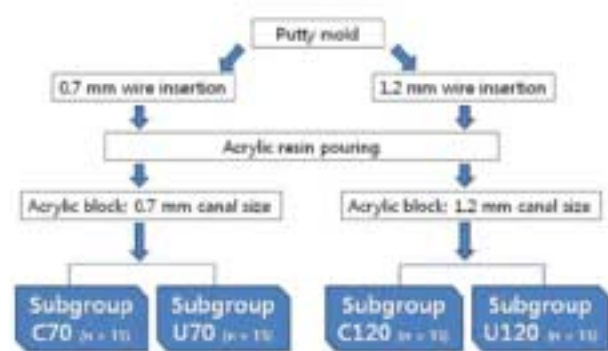


Figure 2. Preparation of acrylic resin block and design of experimental groups according to the canal size and condensation technique.

을 사용하여 미세 누출의 길이를 레진 블록의 네 면에서 가장 심한 부분을 기준으로 측정 (pixel)하고 산출 (mm)하였다 (Figure 4).

5. 통계 분석

각 근관 크기에 따른 subgroups에 있어서 apical plug 충전 방법 간의 미세 누출 차이가 있는지 SPSS 12.0 software (SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하여 Mann-Whitney U test로 검증하였다. 유의성은 $p < 0.05$ 으로 결정하였다.

Ⅲ. 결 과

대표적인 레진 블록 근관의 스캔 표본을 Figure 5에 나타내고, 각 근관 크기에서 충전 방법에 따른 미세 누출 정도를 Table 1에 나타냈다.



Figure 3. Ultrasonically assisted hand condensation technique of the MTA in the acrylic resin block. The stainless steel plugger was activated indirectly by ultrasonic tip.

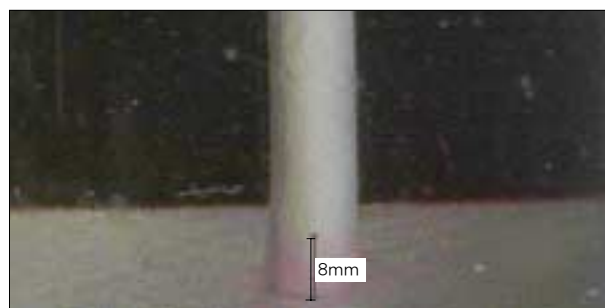


Figure 4. Example of dye penetration from group C120; Line indicates the maximum length of dye penetration.

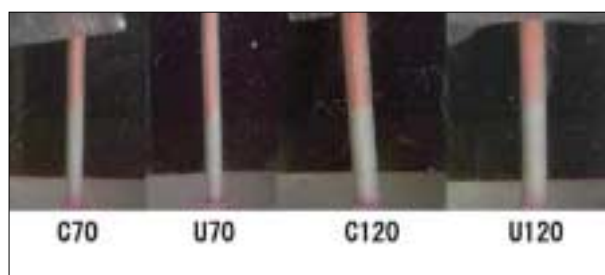


Figure 5. Representative samples of scanned resin blocks.

#120 크기의 실험군에서는 미세누출량의 유의한 차이가 없었지만, #70의 치근단 크기를 갖는 그룹의 경우 UAHC가 HC에 비해 미세누출이 적은 것으로 나타났다 (Mann-Whitney U test, $p < 0.05$).

Table 1. Comparison of microleakage (mm) between two application methods

Subgroup	N	Mean (S.D.)	p-value
C70	15	0.78 (0.58)	0.037*
U70	15	0.12 (0.19)	
C120	15	0.33 (0.29)	0.161
U120	15	0.31 (0.34)	

* Mann-Whitney U test showed significant difference between two subgroups ($p < 0.05$).

IV. 고 찰

MTA는 치수복조나 근첨폐쇄술, 치근 천공의 외과적/비외과적 폐쇄, 치근단 수술 시의 역충전 재료 등으로 근관치료 영역에서 널리 사용되어 왔다¹¹⁾. 특히 근첨폐쇄술의 영역에서, 수산화칼슘을 이용한 근첨폐쇄술이 치근 과절 가능성의 증가나 긴 치료 기간 등의 단점을 가져, MTA 정방위 충전을 통해 apical plug를 형성하는 방법(one-visit apexification technique)이 근래에 들어 자주 사용되고 있다^{9,13)}. 그러나 정방위 MTA 충전 과정은 기술적으로 매우 어렵다¹⁰⁾. 따라서 MTA 정방위 충전 방법에 관한 많은 연구에서 더 나은 적합과 기술적 민감도가 적고 쉬운 적용 방법을 제안하고 있다^{1,2,8-19)}.

방사선학적 평가^{12,18)}나 세균 누출 실험¹²⁾을 이용하여 한가지 근관 크기에 대한 MTA apical plug의 폐쇄능에 관한 몇몇 연구들이 있었다. 그러나 다양한 근관 크기에서 HC와 UAHC에 의해 만들어진 MTA apical plug의 누출을 비교한 연구는 찾기 어렵다. 이 연구에서는 #120과 #70 크기의 근관에서 초음파 진동을 보조적으로 적용한 여부에 따라 HC와 UAHC로 충전한 MTA apical plug의 염색액 누출을 비교하였다. #70과 #120의 크기는 상대적으로 좁거나 큰 근관 크기로 설정하였다^{12,18)}.

실험 결과 #120 크기의 실험군에서는 미세누출량의 유의한 차이가 없었지만, #70의 치근단 크기를 갖는 그룹의 경우 초음파를 보조 적용한 UAHC가 HC에 비해 미세누출이 유의하게 적은 것으로 나타났다. 이는 초음파의 보조적 적용이 연속적인 압축 충격을 빠르게 가하고 이로써 시멘트 입자들 사이의 표면 마찰을 줄인 것으로 보인다²³⁾.

Plotino 등²⁴⁾은 압전기 장치 (piezoelectric unit)의 팁이

피스톤처럼 전후방 선상으로 움직임으로써 열발생이 없이 근관치료에 적합하다고 하였다. 또 간접적으로 적용된 초음파 진동 에너지가 MTA입자의 움직임을 잘 조절하고 근관벽 쪽으로 균일하게 잘 배치되도록 한다고 하였다²⁴⁾. MTA 혼합물에 초음파 활성으로 압축 충격을 가함으로써, 혼합물이 불안정해지고 개개 입자들이 회전하면서 시멘트 전체가 흐르기 시작한다. 이 과정 동안 입자들이 치밀한 덩어리로 재배치가 되고 원하지 않는 기포가 표면으로 빠져나갈 수 있도록 해준다²⁵⁾. 이러한 현상들이 큰 근관보다는 시멘트 입자간이나 입자와 근관벽 사이에 표면 마찰이 더 큰 좁은 근관에서 더욱 효과적인 것 같다.

초음파를 적용할 때 MTA 혼합물의 흐르는 능력을 증가시키기 위해 초음파 속도를 줄일 필요가 있다. 이 속도는 강도에 직접 비례하기 때문에 반드시 낮은 강도로 MTA에 적용하여야 한다. 만약 적절한 밀도에 도달한 이후에도 계속 초음파가 적용된다면 MTA 덩어리가 다시 느슨해지고 밀도가 떨어질 수도 있다.

Aminishariae 등¹⁸⁾의 연구방법은 본 실험과는 달리 미세누출을 확인한 것이 아니고 기포의 형성 정도를 방사선 사진과 현미경 상에서 시각적으로 계산한 것이다. 또한 초음파를 이용한 MTA 적용 방법에 있어서도 처음 수기구 충전 후 보조적으로 초음파를 간접적으로 짧게 (1초간) 사용한 이번 실험과는 달리 처음 적용 단계에서부터 직접 packing motion을 이용하여 30초간 MTA를 적용하는 전 과정에서 사용하여 그 차이점이 발생했다고 볼 수 있다. 이렇게 직접 적용을 하면 마지막으로 초음파 팁을 제거할 때 생기는 공간으로 인한 기포 발생이 예상 될 수 있다. 따라서 1초간 적용한 것에 비해 30초간 적용한 실험에서 초음파의 사용 결과가 오히려 불리하게 나온 것으로 사료된다. Yeung 등¹⁷⁾도 초음파의 적용을 길게 하면 방사선학적으로 확인이 될 만큼 충분한 크기의 기포가 생성된다고 하였다. 따라서 이 연구에서도 Yeung 등¹⁷⁾이 제안한 것처럼 초음파 적용 시간을 약 1초로 제한하였다.

Yeung 등¹⁷⁾은 초음파 장치의 팁이나 이 팁에 의해 진동되는 기구가 그 경로에 있는 시멘트를 움직이게 되고, 그 진폭 강도가 크면 클수록 시멘트에 대한 충격 강도가 커진다고 하였다. 진폭 혹은 속도가 빠르면 빠를수록 단위 시간에 시멘트가 받는 충격이 커지게 된다¹⁹⁾. 가속은 진동수의 제곱으로 증가하게 되므로, 시멘트 적용에 있어 초음파 진동수가 진폭보다 더 중요하다. 이 연구에서는 초음파 진동수에 의한 영향은 고려되지 않았으므로 이에 의한 apical plug의 누출 영향에 대해 앞으로 조사해 볼 필요가 있다.

이 연구에서는, MTA plug의 미세 누출을 평가하기 위해 염색액의 침투 정도를 비교 관찰하였다. 염색액 침투는 근관치료학 영역에서 쉽게 사용할 수 있고 다른 가능한 방법들이 상대적으로 어려워져 오랫동안 사용되어 왔다.

Aqrabawi²⁶⁾에 따르면 근관 역충전 재료가 세균, 세균 산물을 포함한 액을 막을 수 있어야 하기 때문에, 작은 분자 구조체들 (tracer solutions)의 누출을 막을 수 있다면 염색액 침투 시험은 역충전 재료의 누출을 평가하기에 쉽고 유용한 방법이라 하였다²⁷⁾. 치과 재료의 밀봉 능력을 평가하기 위해 메칠렌 블루가 일반적으로 가장 많이 사용되어왔지만²⁸⁾, 수산화칼슘이나 MTA 등의 알칼리성 재료는 메칠렌 블루의 색 안정성을 감소시키는 특성이 있어 침투제로서의 효율을 감소시킨다²⁹⁾. 따라서 MTA를 사용하는 실험에서는 이러한 점을 고려해야 하고 침투 염색액으로 메칠렌 블루를 사용하지 않아야 한다. Tanomaru Filho 등²⁷⁾에 따르면 로다민이 MTA의 밀폐 능력을 평가하기에 가장 적절한 침투제라 하였다. 따라서 이 미세 누출 실험에서도 0.2% 로다민 용액을 사용하였다.

염색액 침투를 이용한 MTA의 미세 누출 시험은 과장된 결과를 나타낼 수도 있다. MTA에는 경화 시간을 줄이기 위해 calcium sulfate (gypsum)가 제작 과정에 첨가되기 때문에, 경화된 MTA가 수분을 흡수할 수 있다. 그리고 경화된 MTA가 미세 공극을 갖기 때문에 염색액 침투가 근관벽과 MTA 재료 사이뿐 만이 아니라 MTA 재료 자체의 입자 사이에도 일어날 수 있어 보인다. 이 실험 연구에서는 실험 조건의 한계로 입자 사이의 염색액 침투량에 관한 평가는 이루어지지 않았다.

이 실험 조건 하에서는, 큰 근관보다는 상대적으로 좁은 근관에서 UAHC방법이 HC보다 정방위 충전한 MTA apical plug에서의 미세 누출을 적게 나타냈다. 그러나, 임상적으로 이러한 결과를 적용하기 위해서는 다양한 초음파 작동 조건을 반영하고 더 많은 경우의 근관 크기를 고려한 평가가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

이 연구 조건 하에서는, #120 크기의 실험군에서는 미세 누출량의 유의한 차이가 없었지만, #70의 치근단 크기를 갖는 그룹의 경우 UAHC가 HC에 비해 미세누출이 적은 것으로 나타났다 (Mann-Whitney U test, $p<0.05$). 이 연구 조건하에서는 초음파 진동을 동반한 정방위 MTA 충전방법이 #70의 치근단 크기를 갖는 비교적 좁은 근관에서 더 효율적인 것으로 사료된다.

참고문헌

- Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P. The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J* 40:186-197, 2007.
- Pace R, Giuliani V, Pini Prato L, Baccetti T, Pagavino G. Apical plug technique using mineral trioxide aggregate: results from a case series. *Int Endod J* 40:478-484, 2007.
- Kwon JY, Lim SS, Beak SH, Bea KS, Kang MH, Lee WC. The effect of mineral trioxide aggregate on the production of growth factors and cytokine by human periodontal ligament fibroblasts. *J Kor Acad Cons Dent* 32(3):192-196, 2007.
- Yun YR, Yang IS, Hwang YC, Hwang IN, Choi HR, Yoon SJ, Kim SH, Oh WM. Pulp response of mineral trioxide aggregate, calcium sulfate or calcium hydroxide. *J Kor Acad Cons Dent* 32(2):95-101, 2007.
- Rafter M. Apexification: a review. *Dent Traumatol* 21(1):1-8, 2005.
- Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP, Abedi H, McMillan P. A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. *J Endod* 25(1):1-5 1999.
- Andreasen JO, Farik B, Munksgaard EC. Long-term calcium hydroxide as a root canal dressing may increase risk of root fracture. *Dent Traumatol* 18(3):134-137, 2002.
- Torabinejad M, Chivian N. Clinical applications of mineral trioxide aggregate. *J Endod* 25(3):197-205, 1999.
- D'Arcangelo C, D'Amario M. Use of MTA for orthograde obturation of nonvital teeth with open apices: report of two cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 104(4):98-101, 2007.
- Al-Kahtani A, Shostad S, Schifferle R, Bhambhani S. In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. *J Endod* 31(2):117-119, 2005.
- Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG. Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. *Dent Mater* 24(2):149-164, 2007.
- Lawley GR, Schindler WG, Walker WA 3rd, Kolodrubetz D. Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *J Endod* 30(3):167-172, 2004.
- Giuliani V, Baccetti T, Pace R, Pagavino G. The use of MTA in teeth with necrotic pulps and open apices. *Dent Traumatol* 18(4):217-221, 2002.
- Martin RL, Monticelli F, Brackett WW, Loushine RJ, Rockman RA, Ferrari M, Pashley DH, Tay FR. Sealing properties of mineral trioxide aggregate orthograde apical plugs and root fillings in an in vitro apexification model. *J Endod* 33(3):272-275, 2007.
- Ghaziani P, Aghasizadeh N, Sheikh-Nezami M. Endodontic treatment with MTA apical plugs: a case report. *J Oral Sci* 49(4):325-329, 2007.
- Nekoofar MH, Adusei G, Sheykhrezae MS, Hayes SJ, Bryant ST, Dummer PM. The effect of condensation pressure on selected physical properties of mineral trioxide aggregate. *Int Endod J* 40(6):453-461, 2007.
- Yeung P, Liewehr FR, Moon PC. A quantitative comparison of the fill density of MTA produced by two placement techniques. *J Endod* 32(5):456-459, 2006.
- Aminoshariae A, Hartwell GR, Moon PC. Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *J Endod* 29(10):679-682, 2003.
- Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA 3rd,

- Thomas DD. The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod* 28(5):386-390, 2002.
20. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. *J Endod* 21(7):349-353, 1995.
21. Chang SW, Yoo HM, Park DS, Oh TS, Bae KS. Ingredients and cytotoxicity of MTA and 3 kinds of Portland cement. *J Kor Acad Cons Dent* 33(4):369-376, 2008.
22. Dammaschke T, Gerth HU, Züchner H, Schäfer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. *Dent Mater* 21(8):731-738, 2005.
23. Stock CJ. Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int Dent J* 41(3):175-182, 1991.
24. Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *J Endod* 33(2):81-95, 2007.
25. Newatia S. Concrete vibrators. [Web document] Aurtech Global. <http://www.aurtechindia.com/con-vib.htm> [Accessed May 12, 2008]
26. Aqrabawi J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J* 11:188(5):266-268, 2000.
27. Tanomaru Filho M, Figueiredo FA, Tanomaru JM. Effect of different dye solutions on the evaluation of the sealing ability of Mineral Trioxide Aggregate. *Braz Oral Res* 19(2):119-122, 2005.
28. Torabinejad M, Watson TF, Pitt Ford TR. Sealing ability of a mineral trioxide aggregate when used as a root end filling material. *J Endod* 19(12):591-515, 1993.
29. Kontakiotis EG, Wu MK, Wesselink PR. Effect of calcium hydroxide dressing on seal of permanent root filling. *Endod Dent Traumatol* 13(6):281-284, 1997.
30. Montesin FE, Curtis RV, Ford TR. Characterization of Portland cement for use as a dental restorative material. *Dent Mater* 22(6):569-575, 2005.

국문초록

모조 근관의 크기와 충전 방법이 orthograde MTA apical plug의 미세누출에 미치는 영향

남득림 · 박정길 · 허 복 · 김현철*

부산대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실

이 연구의 목적은 서로 다른 두 개의 근관 크기(#70, #120)를 가진 레진 모형에 MTA (mineral trioxide aggregate)를 서로 다른 두 가지 방법(수기구 충전(HC), 초음파 보조 수기구 충전(UAHC))으로 정방위 충전하고 MTA apical plug의 미세누출을 평가하는 것이다.

직선형 근관 형태를 가지며, #70과 #120의 치근단 크기를 갖는 레진 모형을 각각 30개씩 준비하였다. 이 시편들을 MTA의 적용 방법에 따라 각 군을 2개의 아군으로 다음과 같이 분류하였다 (n=15): C70: HC + 치근단 크기 #70, C120: HC + 치근단 크기 #120, U70: UAHC + 치근단 크기 #70, U120: UAHC + 치근단 크기 #120. MTA 충전을 완료한 후에, 24시간 동안 실온에서 100% 습도를 유지하여 경화시켰다. 근관의 상부는 열연화 충전 시스템(Obtura II)을 이용하여 충전하였다. 48시간 동안 100% 습도를 유지하여 실온에서 0.2% rhodamine B 용액을 이용해 미세누출 실험을 하였다.

이 연구결과 #70의 치근단 크기를 갖는 그룹 사이에서 UAHC가 HC에 비해 미세누출이 적은 것으로 나타났다($p<0.05$).

이 연구 조건하에서는 초음파 진동을 동반한 정방위 MTA apical plug 형성 방법이, 특히 좁은 근관에서 더 효율적인 것으로 사료된다.

주요단어: MTA, apical plug, 정방위 충전, 수기구 충전, 초음파