

Modified Continuous Wave Technique을 이용한 근관충전시 형성된 치근단 크기가 치근단 폐쇄에 미치는 영향

류무현 · 정일영 · 이승종 · 신수정 · 김의성*
연세대학교 치과대학 보존과학교실

ABSTRACT

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF APICAL SIZES ON THE APICAL SEALING ABILITY OF THE MODIFIED CONTINUOUS WAVE TECHNIQUE

Muhyun Ryu, Ilyoung Jung, Seungjong Lee, Sujung Shin, Euseong Kim*

Department of Dentistry, The Graduate School, Yonsei University

This study examined the influence of the apical sizes on the sealing ability of a root canal filling.

Thirty-six single rooted teeth with a single canal were divided into 3 groups (n = 12) and instrumented with either the Profile[®] or LightSpeed[®] system to achieve three different apical sizes (master apical file [MAF] of #25, #40, or #60). The teeth were filled with gutta percha using a modified continuous wave technique. The level of microleakage was determined by immersing ten teeth from each group into India ink for 1 week followed by clearing with nitric acid, ethyl-alcohol, and methylsalicylate. The microleakage was measured using vernier calipers. The data was analyzed statistically using Kruskal-Wallis one-way ANOVA and a Student-Newman-Keuls Method. Two teeth from each group were sectioned horizontally at 1, 2, 3 and 4 mm from the apex in order to observe a cross section.

The apical size was significantly ($p < .05$) influenced the level of microleakage. In the Student-Newman-Deuls Method, MAF sizes of #25 and #40; and MAF sizes of #25 and #60, respectively showed a statistically significant difference. There was no significant difference between #40 and #60. In most cross sections, oval-shaped canals were observed, and the irregularity of the internal surface increased with decreasing apical size. There was also an increase in the area of recess, which is the area where the canal space is not filled with either gutta-percha or sealer.

When the root canals are filled using a modified continuous wave technique, canal filling with more consistent and predictable outcome may be expected as the apical preparation size is increased. [J Kor Acad Cons Dent 33(1):66-75, 2008]

Key words: Apical enlargement, apical leakage, apical size, sealing ability

- Received 2007.10.22., revised 2007.12.11., accepted 2008.1.17.-

* Corresponding Author: **Euseong Kim**

Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Yonsei University
134 Shinchon-Dong, Seodamun-Ku, Seoul, 120-752, Korea
Tel: 82-2-2228-8701 Fax: 82-2-313-7575
E-mail: andyendo@yuhs.ac

※ 본 연구는 2007년도 연세대학교 치과대학 교내연구비에 의하여 이루어 졌음.

I. 서 론

비외과적 근관치료의 목적은 근관의 형성과 형성된 근관의 완전한 밀폐에 있다¹⁾. 완전한 근관의 밀폐는 치주조직의 생물학적 파괴를 일으키는 자극원의 침윤과 축적을 방지하는데 필수적이다. 근관 충전의 목적은 1) 구강과 치근단 조직의 근관 내로의 유출의 통로를 차단하고 2) 근관 세정과 성형 중 완전히 제거될 수 없는 자극원을 근관내에 한정시키는 것이다. 이러한 충전 목적의 이론적인 근거는 치수조직의 괴사산물을 따라 존재하는 미생물 자극원이 치수괴사를 유발시키는 주된 원인이며 동시에 이러한 자극원은 치근단 조직으로 파급되기 때문에 적절한 근관 충전을 통해 이를 억제해야 한다는 것이다. 만일, 이러한 원인 인자를 제거하지 못하거나 근관의 오염을 통한 지속적인 자극을 방지하지 못하면 비외과적이건, 외과적이건 근관치료 실패의 주된 원인이 된다²⁻⁵⁾.

하지만 근관 충전에 사용된 어떠한 재료와 방법일지라도 근관을 항상 완벽히 밀폐시키는 것은 아니며, 모든 근관은 많던 적던 다소간의 누출을 보이게 되는 것으로 보고되고 있다⁴⁾. 근관충전의 질적인 평가를 위해서 임상가들은 이차원적인 방사선 사진을 이용하지만 방사선 사진과 근관충전의 질적인 평가와는 상관관계가 적다. 방사선 사진상에서 근관충전이 만족할만한 경우에도 여전히 누출의 가능성은 높으며, 14% 이상에서 실패가 일어날 수 있음이 보고되고 있다⁵⁻⁶⁾. 또한, Ainley⁷⁾는 근관충전의 치근단 폐쇄를 형광염료를 이용한 형광경 분석법으로 근단부 밀폐를 평가한 결과 근관의 완전한 밀폐는 다공성의 상아질 구조로 인해 불가능하고 이러한 근관의 완전한 밀폐는 근본적으로 근관 내부의 치아 구조와 충전 물질간의 분자 결합이 이루어지는 기술이 제공되기 전까지는 불가능하다고 보고 하였다.

이러한 한계에서 보다 성공적인 근관 충전을 위해서 근단부의 크기나 해부학적 형태를 아는 것은 중요한 의미를 가진다. Major foramen의 크기에 대한 다양한 연구에서 Kuttler⁸⁾는 18 - 25세에서는 502 μm 이었으며 55세 이상에서는 681 μm 로 보고 하였고, Green⁹⁾은 30 μm 에서 2000 μm (평균: 570 μm)의 다양한 치근단공 크기를 보고 하였다. 한편, Major foramen보다 그 직경이 작은 Minor foramen의 크기에 대해서는 Ponce와 Vilar¹⁰⁾는 상악 전치의 연속 절편을 광학 현미경을 통해 Cemento-dentino-canal (CDC) junction의 직경을 측정 한 결과 중절치에서는 353.2 μm , 측절치에서는 292.25 μm , 견치에서는 298.16 μm 로 보고 하였다. 이는 파일 크기 #30에서 #35에 해당하는 크기이다. 이와 더불어 근단부 5 mm에서 근관의 주된 단면 형태는 원형이 아닌 난원형이거나 리본 형태를 가지고 있으며 최장 직경이 최단 직경의 2배 이상이 되는 긴 난원형의 근관도 25%에 달한다는 보고가 있다¹¹⁾. 이렇듯 다양

한 근관의 크기와 형태는 근관 치료에 있어서 근관의 형성, 세정, 충전에 많은 어려움을 준다.

치근단 확대의 정도에 대해서 임상적으로 받아들여지는 개념 중에서 근단부 확대를 필요한 만큼 확대하기보다 가능한 작게 유지하는 것이 좋다는 의견이 있다. 이는 존재하는 과학적 근거에 의한다기보다 임상적인 의견에 의한 것이다¹²⁻¹⁷⁾. Weine¹⁸⁾은 치근단에 끼이는 초기 파일 크기보다 세 단계 큰 정도로의 확대를 추천 하였지만 이러한 방법이 적절한지에 대해서는 의문이다. 그 예로, Wu 등¹⁹⁾의 연구에서는 난원형의 근관에 초기 파일의 삽입시 75%는 치근단 근관의 한쪽 면에만 접촉하고 있으며 나머지 25%는 근단 부벽에 접촉도 하지 않고 있음을 관찰하였으며, 근관의 90%에서 이런 초기 파일의 크기는 실제 근단의 최소 직경보다 작다고 하였다. Strindberg²⁰⁾의 추적 연구에 의하면 큰 파일의 크기가 근관치료의 성공을 높여주는 것은 아니라고 하였다. 하지만 이런 연구들은 후향적 연구이며 결과에 영향을 주는 다른 요소 (예: 적은 sample size)들을 가지고 있다. 또한 이러한 많은 연구들은 근관 혹은 치근단부위의 확대가 임상적인 성공에 영향을 주는지 직접적으로 평가하지는 않고 있다²¹⁻²²⁾.

Wu 등²³⁾은 난원형의 근관을 원형의 근관으로 충분히 확대하지 못한다면 확대되지 못하고 남아있는 recess에는 근관충전이 되지 않고 미세누출의 경로가 됨을 보고 하였다. 또한, 감염된 근관에서 근단부의 확대가 커질수록 세균의 수는 감소된다²⁴⁻²⁸⁾. Rollison 등²⁶⁾은 하악 대구치의 근심 협측 근관을 *Enterococcus faecalis*로 감염시키고 근단부 크기를 #35까지 확대한 치아와 #50까지 확대한 치아의 비교 시 근단부 확대를 #50까지 한 군이 유의성 있게 세균의 감소를 일으켰다. 부가적으로, 치근단 크기가 커질수록 근관의 세정이 잘되고 이는 치료의 성공률을 높여 준다²⁹⁾. 특히 치근단부의 세정이 실패한다면 치료의 실패율이 증가할 것이다³⁰⁻³¹⁾.

근관계가 삼차원적으로 세정, 형성, 충전될 수 있는 이상적인 치근단 크기에 대해서 논쟁이 계속되고 있지만 충전을 위한 근관계의 형성에서 근관의 형태를 단순한 원형으로 만드는 것은 보다 나은 근관충전을 수행하는 기초가 될 것이다. Kerekes와 Tronstad³²⁾의 연구를 살펴보면 치아에 따른 변이는 존재하지만 전치의 경우 근침 1 mm 부위에서 근관을 원형으로 형성하기 위한 최소의 기구 크기는 #40 - #50 정도이며 이를 근거로 본 실험을 계획하였다. 본 실험의 목적은 전치의 근단부를 비교적 원형으로 형성할 수 있는 최소 크기인 Master apical file (MAF) size #40을 기준으로 그보다 작은 MAF #25와 그보다 큰 MAF #60으로 근관을 형성하여 형성된 치근단 크기가 치근단 폐쇄에 미치는 영향을 알아보고 치근단 절단을 통해 단면을 관찰하는 것이다.

II. 실험 재료 및 방법

가. 실험 재료

최근 6개월 이내 발거된 치근단이 완성된 상악 중절치와 측절치, 상하악 견치 (단근치, 1근관) 46개를 대상으로 하였다. 발거된 치아는 세척을 목적으로 희석된 치아염소산나트륨에 1일간 보관한 뒤 사용 될 때까지 상온에서 생리식염수에 보관되었다.

치아들은 diamond disc로 백악법랑경계에서 치관을 제거한 후, 치근을 무작위로 선택하여 12개씩 3군으로 나누어 실험군으로 사용하였고 나머지 10개의 치근은 대조군으로 사용하였다.

나. 실험 방법

1. 근관형성

모든 근관 입구는 Gates-Glidden (GG) drill #2, #3, #4를 이용하여 확장하였다. GG drill #2로 절단면에서 4 mm까지 확장 한 후, GG drill #3을 절단면에서 3 mm까지 확장하고, GG drill #4를 절단면에서 2 mm까지 확장하였다. 각 치근마다 #10 K-file을 사용하여 개방된 근관을 통해 해부학적인 치근단공까지 삽입하고 0.5 mm 뺄 길이를 작업장으로 정하였다. 모든 근관은 #20 K-file까지 확대하였다.

실험군

1군 (MAF : #25) : Profile® #25 .06 taper (Dentsply Maillefer, Swiss)를 사용하여 작업장까지 치근단 성형을 시행하였다.

2군 (MAF : #40) : Profile® #40 .06 taper를 사용하여 작업장까지 치근단 성형을 시행하였다.

3군 (MAF : #60) : Profile® #40 .06 taper를 사용하여 #40까지 치근단 성형을 시행한 후 LightSpeed® (LightSpeed endodontics, USA)를 이용하여 #60까지 치근단 성형을 완성하고, LightSpeed® #70, 80을 이용해 Step-back (작업 길이를 조정하여 .06 taper를 재현)을 시행하였다.

모든 치근단 성형에서 각 확대 단계마다 근관내 잔사 및 도말층을 제거하기 위하여 식염수와 2.5% 치아염소산나트륨 및 17% EDTA 수용액을 사용하여 근관을 세척하였다. 또한 상아질 잔사에 의한 근관 폐쇄를 방지하기 위해 매 기구 사용 후 #10 K-file을 이용하여 치근단공을 개방시켰다. 모든 치아는 충전 전까지 상온, 100% 습도에서 보관하였다.

2. 근관 충전

근관성형 완료 후 근관을 건조시키고 수동형 K-file로 apical clearing을 시행하여 충전을 위한 준비를 하였다. 모든 치아는 System B® Heat Source (EIE/Analytic Technology, Orange, CA, USA)와 Obtura II® (Obtura Spartan, Fenton, USA)를 이용하여 Modified continuous wave technique으로 근관충전을 시행하였다. Master cone을 사용하여 작업장에서 1 mm내까지 도달시켜 tug-back을 확인한 후 master cone에 적당량의 sealer를 바르고 근관내에 위치시켰다. System B의® 온도는 250°C로 설정하고 System B®를 동작시켜 가열된 tip을 master cone내로 움직였다. tip을 계속해서 근침쪽으로 움직이고 근단부쪽에서 열을 줄이고 tip은 근침쪽 압력을 유지하게 했다. 작업장에서 4 mm 짧은 위치에서 System B® tip에 열을 가하며 tip을 제거하고 연화되어 있는 상태의 근단부 cone을 S-Kondenser® (Obtura spartan, USA)를 사용하여 가압하였다. 치근단 부위가 충전된 후에는 치관부위를 200°C로 설정된 Obtura II®를 이용하여 역충전하였다. Sealer로는 Sealapex® (Kerr Romulus, MI, USA)를 사용하였다.

모든 치아는 근관충전 후 적절히 충전되었는가를 평가하기 위해 방사선사진을 촬영하였으며 상부 2 mm의 와동은 Glass ionomer (Fuji II LC, Japan)를 이용하여 충전하였다. 근관 충전이 끝난 치아들은 Sealer를 경화시키기 위하여 상온에서 1주일간 보관하였다.

3. 색소침투

치근단에서 2 mm를 제외한 치근면 전체를 nail varnish로 2회 도포한 후 varnish가 건조되면 black India ink (Windsor & Newton, England)에 넣어서 30분간 20psi 음압하에 보관한 후 대기압 하에서 7일간 담가두었다.

색소의 침투를 확인하기 위해 양성대조군 (n = 5)으로는 Profile® .06 taper를 사용하여 #40까지 치근단 성형을 시행한 후 sealer를 사용하지 않고 one cone technique으로 충전하고 실험군과 같은 방법으로 색소를 침투 시켰으며, 음성 대조군 (n = 5)으로 Profile® .06 taper를 사용하여 #40까지 치근단 성형을 시행한 후 continuous wave technique을 이용하여 근관충전하고 치근 전면에 varnish를 바르고 색소침투를 시켰다.

7일 후 색소 용액에 담갔던 치아들을 흐르는 물에 세척하고 치아 외면의 varnish를 조심스럽게 제거하였다. 각 실험군당 12개의 치아 중 10개의 치아와 대조군은 미세누출 측정을 위해 사용되었으며 나머지 2개의 치아는 단면의 형태를 관찰하기 위해 사용되었다

4. 치아의 투명화와 미세누출의 측정

각 실험군당 10개의 치아들은 미세누출의 측정을 위해 투명화과정을 시행하였다. 5% nitric acid (Duksan pure chemical, 대한민국)에 넣어서 3일간 탈회 시키고, 80% (12시간), 90% (1시간), 100% (1시간) ethyl alcohol (Duksan pure chemical, 대한민국)을 이용하여 탈수 시킨 후, methyl salicylate (Sigma chemical, China)에 2일간 담가서 치아를 투명화시켰다. 색소의 미세누출 정도를 쌍안입체현미경 (Carl Zeiss, Germany)으로 20배 확대하여 관찰하고 caliper를 사용하여 0.01 mm단위로 측정하였다.

5. 통계분석

미세누출에 치근단 크기가 미치는 영향을 분석하기 위하여 Kruskal-Wallis One-way ANOVA test를 시행하였고, 사후 검정을 위하여 Student-Newman-Keuls method를 시행하였다.

6. 치아절단 및 단면형태의 관찰

각 실험군당 2개의 치아는 단면의 형태를 관찰하기 위해 사용되었다. 색소침투까지 시행된 치아들을 clear resin에 각각 매몰 하였다. 경조직 절단기 (Minitome, Struers, Denmark)로 해부학적 근침 1 mm에서 4 mm까지 1 mm 간격으로 수평 절단하였다. 절단면을 쌍안입체현미경을 이용하여 83배 확대하여 관찰하고 사진 촬영하였다.

Ⅲ. 결 과

가. 미세누출의 측정

양성 대조군은 치근의 전 길이에 걸쳐 색소 침투가 일어났으며, 음성 대조군은 치근의 전 길이에 걸쳐 색소 침투가 일어나지 않았다 (Figure 1).

각 군당 10개치아의 색소 미세누출 정도를 관찰한 결과는 Table 1에 정리 하였다.

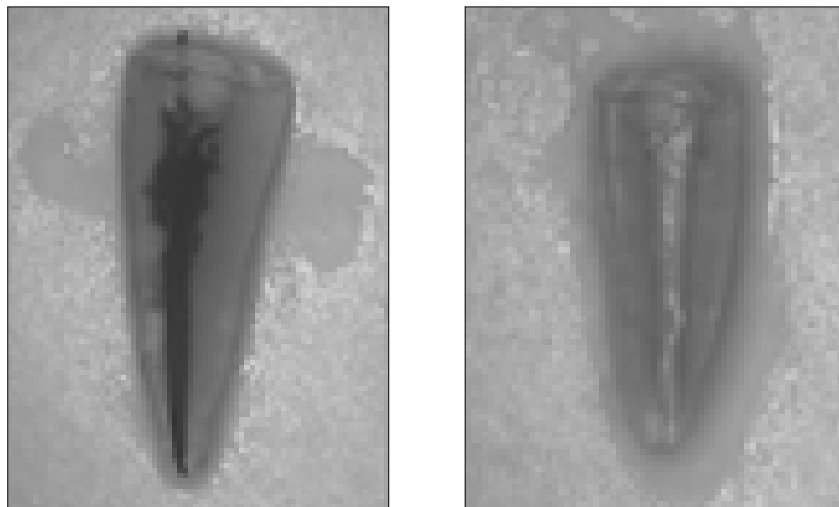


Figure 1. Positive control (left), Negative control (right).

Table 1. Minimum, maximum, mean and standard deviation (S.D) value of apical microleakage (mm)

	Minimum	Maximum	Mean	S.D
Group 1 (MAF: #25)	0.37	3.44	1.32	0.92
Group 2 (MAF: #40)	0.25	1.19	0.57	0.33
Group 3 (MAF: #60)	0.20	0.56	0.38	0.11

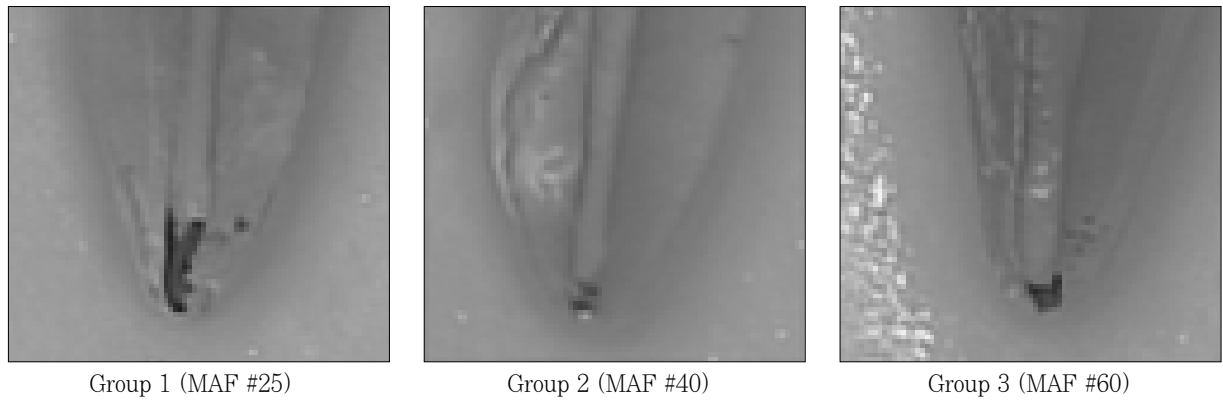


Figure 2. Comparison of dye leakage (× 20).

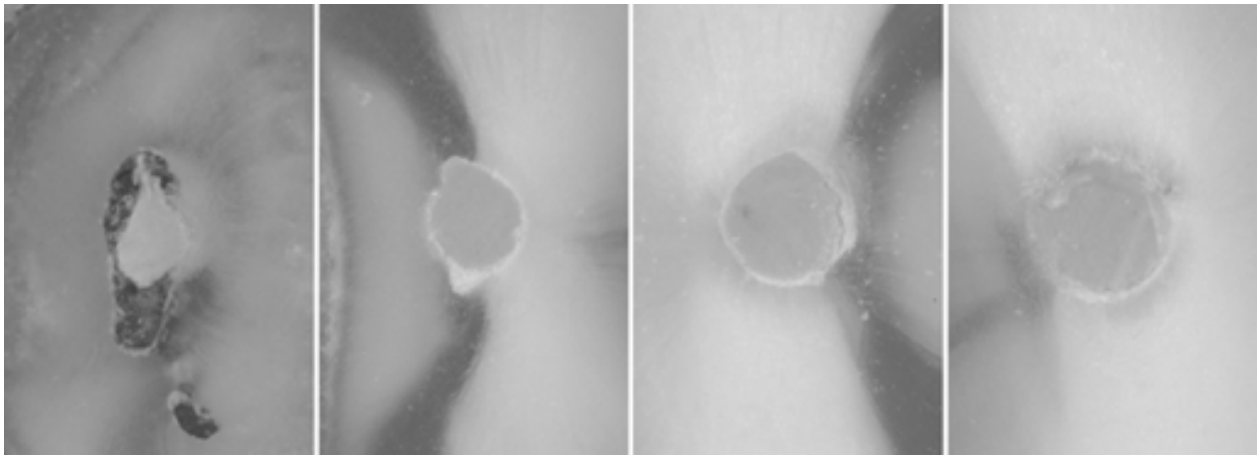
3군에서 평균 미세누출의 정도가 가장 작았고, 1군에서 평균 미세누출의 정도가 가장 컸다 (Figure 2).

미세누출에 치근단 크기가 미치는 영향을 분석하기 위하여 Kruskal-Wallis One-way ANOVA test를 시행하였고, 사후 검정을 위하여 Student-Newman-Keuls method를 시행하였다.

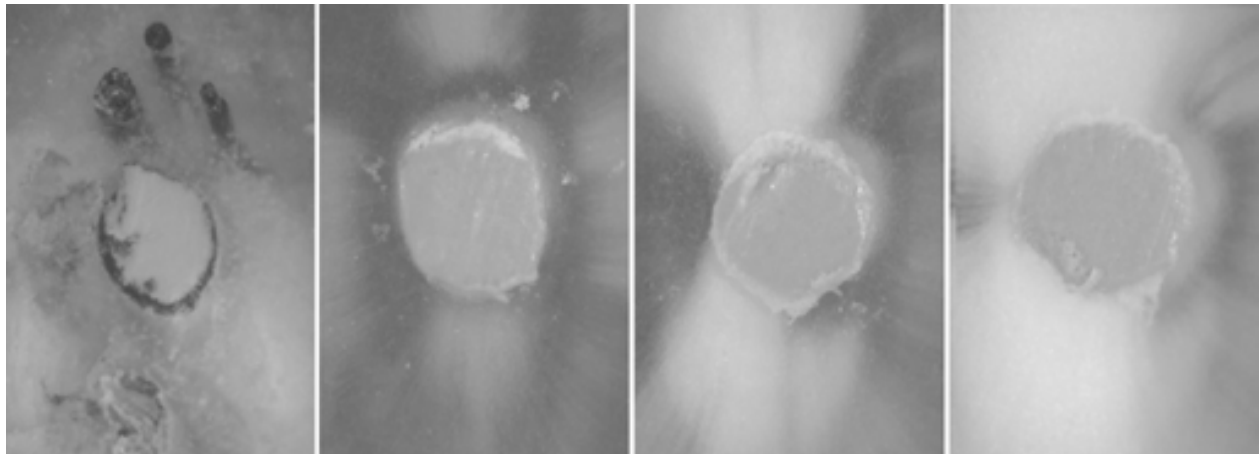
Kruskal-Wallis One-way ANOVA test에서 치근단 크기가 유의성 있게 ($P < 0.05$) 미세누출에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 치근단 크기에 따른 결과를 분석하기 위하여 Student-Newman-Keuls method를 통해 사후 검정을 시행하였으며 그 결과, MAF size가 #25와 #40, #25와 #60에서 유의한 차이를 보였으며 #40과 #60 간에는 통계적인 유의차가 없었다.

나. 단면형태

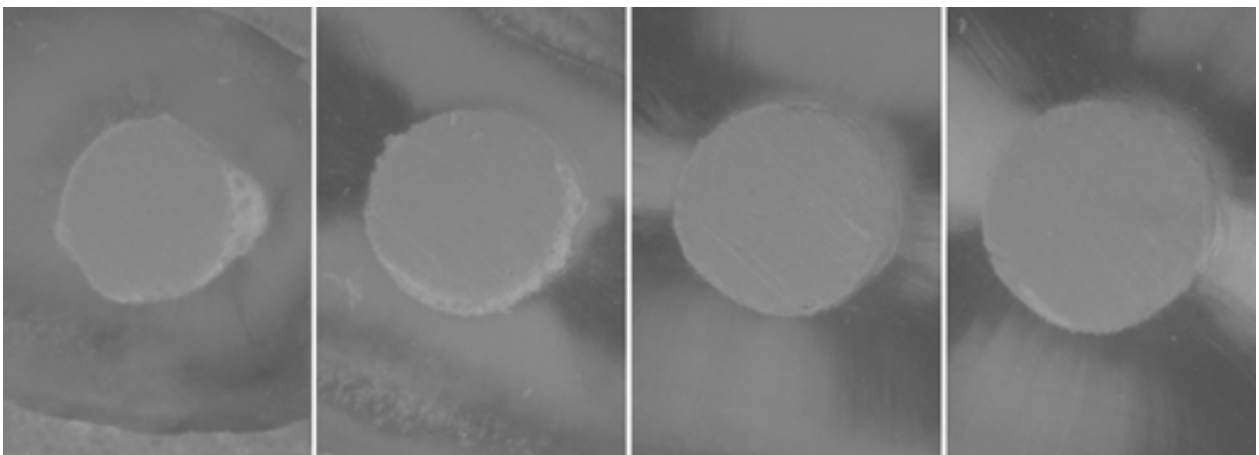
대부분의 치아에서 난원형의 근관 형태를 관찰 할 수 있었다. 치근단 크기가 작은 경우 성형된 근관에 불규칙한 내면의 존재로 인하여 recess가 관찰되었다. MAF size가 #25인 경우에는 recess가 다른 군에 비해 자주 관찰되었고 이러한 recess에는 gutta-percha나 sealer로 충전되지 않았으며 색소침투의 경로가 됨을 확인할 수 있었다. 특히 apex 부위에서 치근단공 크기에 비해 MAF size가 작아서 gutta-percha가 근관의 어느 벽에도 닿아 있지 않고 gutta-percha 주변을 sealer가 감싸고 있었던 경우도 있었다. 치근단 크기가 클수록 성형된 근관이 비교적 원형의 형태를 나타냈으며 gutta-percha로 충전되지 않는 recess의 빈도수가 감소하였다 (Figure 3).



Group 1 (MAF: #25)



Group 2 (MAF: #40)



Group 3 (MAF: #60)

Figure 3. Stereomicroscopic view of cross-section at 1, 2, 3, 4 mm from the apex ($\times 83$).

IV. 총괄 및 고찰

치근단 폐쇄 후 치근단의 밀폐정도를 연구할 때 침투물질을 근관내로 침투시켜 충전 재료가 이를 어느 정도 막아내는가 보는 방법이 가장 흔히 사용되는 방법이다. 이러한 침투 물질로는 radioactive isotope, dye, silver nitrate와 같은 chemical tracer나 미생물 등을 사용할 수 있다³³⁻³⁴. Radioisotope는 여러 누출 연구³⁵⁻³⁶에서 사용되어 왔으나 특별한 실험기구를 필요로 하고, 실험 표본이 오염되지 않도록 각별한 주의를 요하며, 결과를 잘못 해석할 위험이 있다. Methylene blue나 India ink를 이용한 색소 침투법은 치아 기질이나 apatite crystal에 침투되지 않으면서 누출의 깊이와 양을 비교적 정확하게 나타낼 수 있을 뿐만 아니라 사용하기 쉽고 안전하며, 특별한 장비가 필요 없고 가격이 저렴한 장점을 가지고 있다.

치아를 탈회 후 투명화 시킴으로써 현미경 하에서 치아를 둘러보면서 색소의 침투정도를 삼차원적으로 관찰할 수 있었다. 치아의 탈회나 투명화 과정에서 methylene blue 입자는 쉽게 녹는 반면, india ink에서는 특별한 문제가 없기 때문에³⁷ 본 실험에서는 침투물질로써 india ink를 사용하였다. 이러한 침투 물질의 분자는 세균보다 크기가 작기 때문에 *In-vivo* 조건을 재현하기에는 한계가 있으나³⁸⁻³⁹ 실험군간의 상호 비교에는 적절한 방법이라 할 수 있다.

근관 확대는 모든 치아에 있어서 쉽게 시행할 수 있었다. 비교적 곱은 단근치를 대상으로 하였기 때문에 각 실험군마다 근관 확대에 걸리는 시간은 큰 차이는 없었으며 ledge, zip 혹은 transportation과 같은 문제들은 발생하지 않았다.

치근단부의 확대 크기에 대한 이전의 연구들을 살펴보면, Usman 등⁴⁰은 세 가지 기울기 (0.06, 0.08, 0.10)를 가지는 니켈-타이타늄 (NiTi) 전동 파일을 가지고 치근단부를 #20 크기와 #40 크기로 확대한 후 근단부에 남은 debris를 조직학적으로 관찰시 치근단부를 #40으로 확대한 치아에 비해 치근단부를 #20로 확대한 치아에서 유의성 있게 보다 많은 debris가 남은 것을 보고하였다. 반면 Coldero 등⁴¹의 연구에서는 GT file을 이용하여 근관 확대를 한 후 치근 확대 (#35)를 한 치아와 치근단 확대를 하지 않은 치아의 세균 제거 정도를 비교 하였을 때 적절한 근관 형성 기울기가 형성 되었다면 치근단 확대가 세균 제거에 영향을 미치지 않는 것으로 보고 하였다. 이렇듯 근관 확대의 효과를 어떠한 기준으로 평가하느냐에 따라 그 결과가 달라지기 때문에 근관 확대의 정도에 대해서는 아직까지 논란이 있다.

이러한 치근단 확대가 근관 충전시 치근단 폐쇄에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구가 이루어지지 않은 상태이다. Buchanan¹²⁻¹⁷은 apical zip의 발생 가능성을 줄이고 충전을 보다 용이하게 하기 위해서 근단부의 최소 확대를 주장

하였다. 원의 넓이를 수학적으로 π 으로 표현한다. 근단부 file의 크기가 2배가 되면 채워야할 면적은 4배가 되므로⁴²⁻⁴³ 가능한 근단부의 확대를 최소화함으로써 보다 나은 근관 충전 결과를 얻을 수 있다고 생각할 수 있다.

하지만 본 실험의 결과에서는 근단부 크기가 클수록 미세 누출의 평균값과 표준편차는 감소하였다. Student-Newman-Keuls method를 통한 사후 검정에서 MAF size가 #25 - #40과, #25 - #60에서 유의성 있는 차이를 보였으며 MAF size가 #40 - #60에서는 통계적 유의차는 없었지만 MAF size가 #40인 실험군 2에 비해 MAF size가 #60인 실험군 3에서 미세누출의 평균값과 표준편차값은 적었으며 이를 통해 치근단 크기가 클수록 미세누출의 양이 감소하는 경향이 있음을 알 수 있다.

본 실험에서 실험군 2와 실험군 3의 통계적 유의차가 없는 것은 sample수의 부족과 실험방법상 미세누출 측정 방법의 오차로 인했을 가능성이 있으므로 추가적인 실험이 필요할 것으로 보인다.

모든 실험군에서 미세누출의 최소량은 0.37 (1군), 0.25 mm (2군), 0.20 mm (3군)로 비교적 비슷한 정도를 나타냈지만 미세누출의 최대량은 3.34 mm (1군), 1.19 mm (2군), 0.56 mm (3군)로 큰 차이를 보였다. 또한 근관 성형의 양이 커질수록 미세누출 값의 표준편차 값은 감소하는 경향을 보이고 있으며 특히 MAF size가 #60인 3군에서는 실험 치아 모두에서 1 mm이하의 낮은 미세누출량을 보였다. 이러한 결과는 근관 확대의 정도가 근관 충전 후 미세 누출에 절대적인 영향을 미친다기 보다는 근관 성형양이 커질수록 보다 일관되고 성공적인 결과를 예상할 수 있는 근관충전을 시행할 수 있다고 할 수 있다.

이렇게 근관 확대가 적을 때 미세누출이 큰 결과의 이유는 첫째, 근관계의 삼차원적인 충전을 위한 근관 성형의 정도가 부족했을 수 있다. 치아의 단면 형태에서 알 수 있듯이 MAF size가 작은 경우 기구에 의해 성형되지 않은 recess가 존재하고 이런 recess는 gutta-percha로 충전 되지 않았다. 또한, 근관계의 해부학적인 구조는 다양한 형태로 존재하고 근관면은 다양한 불규칙성으로 인해 근관 성형을 통해 근관 충전에 용이한 형태로 수정되어야 한다. 복잡한 근관면을 가능한 원통형의 단순한 형태로 성형시킨다면 그렇지 않은 경우보다 성공적인 근관충전을 시행할 수 있으며 근관 확대의 양이 많을수록 근관의 형태를 단순화시킬 수 있다. 이러한 원인으로 근관 성형이 부족할 때 성형된 근관에 불규칙한 내면이 존재함으로써 미세누출의 경로가 되었을 것이다.

둘째, 확대된 근관의 크기나 모양이 본 실험에서 사용된 충전용 기구가 충전 재료를 근단부쪽으로 가압할 수 있는 적절한 위치까지 자유롭게 넣을 수 없어서 근관의 근단부에서 master cone의 적합성과 압박이 부족하게 되고, mas-

ter cone 주위를 sealer가 둘러싸게 되어 방사선사진상에는 충전이 적절해 보이지만 근관을 완전하게 밀폐하지 못하여 미세누출이 증가했을 수 있다. 실제로 본 실험에서 사용된 System B[®] tip의 크기는 0.5 mm정도인데 1군의 경우에서 처럼 MAF size가 #25이고 기울기가 0.06 mm/mm인 경우 산술적으로 작업장 길이에서 최대 5 mm상방까지만 System B[®] tip이 도달하기 때문에 근관 충전 시 근단부쪽의 열전달이 적절히 이루어지지 않았을 것이다. 또한, 1군의 경우 가장 작은 크기의 S-Kondenser[®]를 사용하였는데 이 역시 적절한 깊이까지 기구를 위치시키더라도 좁은 근관의 측벽에 의해 기구 적용이 방해될 수 있으므로 근관 충전 시 compaction에 방해가 될 수 있었다. 1군의 단면 형태를 살펴보면 gutta-percha가 one-cone의 형태로만 충전되어 있음을 확인 할 수 있다.

근단부의 확대를 크게 하는 것은 이번 실험에서 보여준 근관충전 후 미세누출의 감소뿐만 아니라 이미 연구된 것처럼 감염된 치아에서 세균 및 조직의 제거와 적절한 세정에 큰 장점을 지닌다²⁴⁻²⁹. 현재 시판되고 있는 니켈-타이타늄 전동 파일의 대부분이 근관의 근단부를 MAF #50 이상까지 확대 할 수 있는 기구를 소개하고 있으며 이 중에서 taper를 가지지 않는 기구로는 LightSpeed[®]와 S-Apex[®] (FKG Dentaire, Swiss)가 있다. LightSpeed[®]는 특이한 디자인 (short cutting head, noncutting pilot tip, long thin taperless shaft)으로 니켈-타이타늄의 유연성을 극대화하고 상부의 파다한 치질 삭제가 없이 근단부를 충분히 확대 할 수 있다⁴⁴. 최근 시판되기 시작한 S-Apex[®]는 침단부쪽으로 갈수록 직경이 커지는 Inverted taper를 가지는 디자인으로 설계되어 있다.

하지만 근관의 확대에 따른 잔존 치질 두께의 감소는 치근의 약화를 일으킬 수 있다. 이전의 연구를 살펴보면, 근관 치료된 치아와 생활력이 있는 치아의 물리적 특성의 차이는 없다는 보고가 있지만 이런 연구들에서는 근관 치료된 치아에서 근관 확대의 정도에 대해서는 고려가 되지 않았다⁴⁵. 근관의 치관부 잔존 치질양에 대한 연구에서는 포스트 직경에 대한 기준으로 치근폭의 1/3을 넘지 않아야 한다는 보고들이 있지만⁴⁶⁻⁴⁷ 아직까지 근관 형성 후 치근단 1/3부위에서의 잔존 치질양에 대한 연구는 미미하기 때문에 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

V. 결 론

본 연구에서는 전치의 근단부를 비교적 원형으로 형성할 수 있는 최소 크기인 MAF size #40을 기준으로 그보다 작은 MAF #25와 그보다 큰 MAF #60으로 근관을 형성하여 치근단 크기와 근관 형성 기울기가 치근단 폐쇄에 미치는 영향을 알아보았으며 본 실험의 조건하에서는 MAF #25에

비해 MAF #40과 MAF #60에서 미세누출의 평균값과 표준편차 값이 감소하는 것을 알 수 있었다.

이러한 결과를 토대로, 형성된 치근단 크기가 커질수록 보다 일관되고 성공적인 결과를 예상할 수 있는 근관충전을 시행할 수 있음을 알 수 있으나 이에 따른 치질의 약화에 대한 연구가 병행되어야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 11:723-744, 1967.
- Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 16:498-504, 1990.
- Rud J, Andreasen JO. A study of failures after endodontic surgery by radiographic, histologic, and stereomicroscopic methods. *Int J Oral Surg* 1:311-328, 1972.
- Gutmann JL. Clinical, radiographic, and histologic perspectives on success and failure in endodontics. *Dent Clin North Am* 36:379-392, 1992.
- Buckley M, Spångberg L. The prevalence and technical quality of endodontic treatment in an American sub-population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79:92-100, 1995.
- Youngson CC, Nattress BR, Manogue M, Speirs AF. In vitro radiographic representation of the extent of voids within obturated root canals. *Int Endod J* 28:77-81, 1995.
- Ainley JE. Fluorometric assay of the apical seal of root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 29:753-62, 1970.
- Kuttler J. Fundamentos de Endo-metaendodoncia Pr?ctica, 2nd ed, Mexico, Mendez Ostero, 8, 1980.
- Green D. A stereo-binocular microscopic study of the root apices and surrounding areas of 100 mandibular molars : preliminary study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 8:1298-304, 1955.
- Ponce EH, Vilar Fernandez JA. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction : evaluation by optical microscopy. *J Endod* 29:214-9, 2003.
- Wu MK, Roris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 89:739-743, 2000.
- Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation : part1. Concepts for variably tapered shaping instruments. *Int Endod J* 33:516-29, 2000.
- Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation : part2. GT file selection and safe hand-piece-driven file use. *Int Endod J* 34:63-71, 2001.
- Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation : part3. GT file technique in large root canals with small apical diameters. *Int Endod J* 34:149-56, 2001.
- Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation : part4. GT file technique in large root canals with large apical diameters. *Int Endod J* 34:149-56, 2001.
- Buchanan LS. The standardized-taper root canal

- preparation : part5. GT file technique in small root canals. *Int Endod J* 34:244-9, 2001.
17. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation : part6. GT file technique in abruptly curved canals. *Int Endod J* 34:250-9, 2001.
 18. Weine F. Endodontic therapy, St. Louis, C.V. Mosby:209-22, 1972.
 19. Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J* 35:264-7, 2002.
 20. Strindberg LZ. The dependence of results of pulp therapy on certain factors : an analytic study based on radiographic and clinical follow-up examination. *Acta Odontol Scand* 14(Suppl):1, 1956.
 21. Hoskinson SE, Ng YL, Hoskinson AE, Moles DR, Gulabivala K. A retrospective comparison of outcome of root canal treatment using two different protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 93:705-15, 2002.
 22. Friedman S, Abitbol S, Lawrence HP. Treatment outcome in endodontics : the Toronto Study. Phase 1 : initial treatment. *J Endod* 29:787-93, 2003.
 23. Wu MK, Schwartz FB, Van des Sluis LW, Wesselink PR. The quality of root fillings remaining in mandibular incisors after root-end cavity preparation. *Int Endod J* 34:613-619, 2001.
 24. Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of the curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79:492-6, 1995.
 25. Siqueira JE, Araujo MC, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJ. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 23:499-502, 1997.
 26. Rollison S, Barnett F, Stevens RM. Efficacy of bacterial removal from instrumented root canals in vitro related to instrumentation technique and size. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94:366-71, 2002.
 27. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod* 28:779-83, 2002.
 28. Tan BT, Messer HH. The quality of apical canal preparation using hand and rotary instruments with specific criteria for enlargement based on initial apical file size. *J Endod* 28:658-64, 2002.
 29. Shuping GB, Ørstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod* 26:751-5, 2000.
 30. Sjögren U, Hägglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 16:498-504, 1990.
 31. Nair PN, Sjögren U, Krey G, Kahnberg KE, Sundqvist E. Intraradicular bacteria and fungi in root-filled, asymptomatic human teeth with therapy-resistant periapical lesions : a long-term light and electron microscopic follow-up study. *J Endod* 16:580-8, 1990.
 32. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on root canals of human anterior teeth. *J Endod* 3:24-29, 1977.
 33. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations : a review. *Oper Dent* 22:173-85, 1997.
 34. Michailenco PM, Valcarcel J, Grieve AR, Levallois B, Lerner D. Bacterial leakage in endodontics. *J Endod* 22:535-9, 1996.
 35. Chaisrisookumporn S, Rabinowitz JL. Evaluation of ionic leakage of lateral condensation and McSpadden methods by autoradiography. *J Endod* 8:493-6, 1982.
 36. Czonstkowsky M, Michanowicz A, Vazquez JA. Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes. *J Endod* 11:71-4, 1985.
 37. Ravanshad S, Torabinejad M. Coronal dye penetration of the apical filling materials after post space preparation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 74:644-647, 1992.
 38. Kos WL, Aulozzi DP, Gerstein H. A comparative bacterial microleakage study of retrofilling materials. *J Endod* 8:355-8, 1982.
 39. Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J* 22:118-24, 1989.
 40. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod* 30:110-2, 2004.
 41. Coldero LG, McHugh S, MacKenzie D, Saunders WP. Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *Int Endod J* 35:437-46, 2002.
 42. Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 13:728-33, 1960.
 43. West JD. The relation between the three-dimensional endodontic seal and endodontic failure. master's thesis, Boston, Boston University, 1975.
 44. Barbakow F. The lightspeed system, *Dent Clin North Am* 48:113-135, 2004.
 45. Sedgley CM, Messer HH. Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod*. 18:332-335, 1992.
 46. Stern N, Hirshfeld Z. Principles of preparing endodontically treated teeth for dowel and core restorations. *J Prosthet Dent* 30:162-5, 1973.
 47. Tilk MA, Lommel TJ, Gerstein H. A study of mandibular and maxillary root widths to determine dowel size. *J Endod* 5:79-82, 1979.

국문초록

Modified Continuous Wave Technique을 이용한 근관충전시 형성된 치근단 크기가 치근단 폐쇄에 미치는 영향

류무현 · 정일영 · 이승종 · 신수정 · 김의성*

연세대학교 치과대학 보존과학교실

본 연구에서는 근관형성의 치근단 크기가 근관 충전의 치근단 폐쇄에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 하였다.

36개의 단근관, 단근치를 대상으로 3가지 치근단 크기 (Master apical file : #25, #40, #60)에 따라 3가지 실험군으로 나누어 Profile®과 LightSpeed®를 이용하여 근관을 확대하고, Modified continuous wave technique으로 근관 충전을 시행하였다. 미세누출의 측정을 위해 실험군당 10개의 치아를 1주일간 India ink에 넣어 색소 침투를 일으키고 치아를 투명화시켜 미세누출의 정도를 측정하였다. 미세누출에 치근단 크기가 미치는 영향을 분석하기 위하여 Kruskal-Wallis one-way ANOVA를 시행하였고, 사후 검정을 위하여 Student-Newman-Keuls method를 시행하였다. 또한, 치아 단면의 형태를 관찰하기 위하여 색소 침투까지 시행된 각 실험군당 2개의 치아를 근침 1 mm에서 4 mm까지 1 mm간격으로 수평 절단하고 사진 촬영하였다.

각 실험군에서 측정된 미세누출양을 Kruskal-Wallis one-way ANOVA에서 분석한 결과 치근단 크기는 유의성 있게 ($P < 0.05$) 미세누출에 영향을 미쳤으며 치근단 크기가 클수록 미세누출의 평균값과 표준편차 값은 감소하는 경향을 보였다. Student-Newman-Keuls method를 통한 사후 검정에서 치근단 크기가 #25 - #40, #25 - #60에서 유의한 차이를 보였으며 #40 - #60간에는 통계적인 유의차는 없었다. 단면형태에서는 대부분의 치아에서 난원형의 근관 형태를 관찰할 수 있었고, 치근단의 크기가 작을수록 성형된 근관에 불규칙한 내면이 존재하였고 gutta-percha나 sealer로 충전되지 않는 recess의 면적이 증가함을 알 수 있었으며 이러한 recess는 미세누출의 통로가 됨을 확인 할 수 있었다.

본 연구 결과, Modified continuous wave technique으로 근관충전시 근관 형성된 치근단 크기가 커질수록 보다 일관되고 성공적인 결과를 예상할 수 있는 근관충전을 시행할 수 있음을 알 수 있었다.

주요어: 치근단 크기, 치근단 확대, 치근단 폐쇄, 미세누출