

전동화일로 형성된 근관에서 비표준화 Gutta-percha Cone의 적합성

권오상 · 김성교

경북대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

APICAL FITNESS OF NON-STANDARDIZED GUTTA-PERCHA CONES IN SIMULATED ROOT CANALS PREPARED WITH ROTARY ROOT CANAL INSTRUMENTS

O Sang Kwon and Sung Kyo Kim

*Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University
Taegu, Korea*

The purpose of this study was to evaluate the apical fitness of non-standardized gutta-percha cones in root canals prepared with rotary Ni-Ti root canal instruments of various tapers and apical tip sizes.

Simulated sixty curved root canals of plastic blocks were prepared with crown-down technique using rotary root canal instruments of Maillefer ProFile® .04 and .06 taper (Maillefer Instrument SA, Switzerland). Specimens were divided into six groups and prepared as follows: Group 1, prepared up to size 25 of .04 taper; Group 2, prepared up to size 30 of .04 taper; Group 3, prepared up to size 35 of .04 taper; Group 4, prepared up to size 25 of .06 taper; Group 5, prepared up to size 30 of .06 taper; Group 6: prepared up to size 35 of .06 taper. After cutting off the coronal portion of plastic blocks perpendicular to the long axis of the canal with the use of a diamond saw, apical 5mm of canal space was analyzed.

Prepared apical canal spaces were duplicated using rubber base impression material to evaluate two dimensional total area of apical canal space.

Various sized gutta-percha cones were applied in the 5mm-apical canal space, which were size 25, size 30 and size 35 standardized gutta-percha cone, Diadent Dia-Pro ISO-.04™ and .06™ (Diadent, Korea), and medium-fine (MF), fine (F), fine-medium (FM) and medium (M) sized non-standardized gutta-percha cones (Diadent, Korea). Coronal excess gutta-percha were cut off with a sharp blade.

Photographs of impressed apical canal spaces and gutta-percha cones were taken with a CCD camera under a stereomicroscope and stored in a computer. Areas of the total canal space and gutta-percha cones were calculated using a digitalized image analysing program, CompuScope (Sungjin Multimedia Co., Korea). Ratio of apical fitness was obtained by calculating the area of gutta-percha cone to the total area of the canal space. The data were analysed statistically using One-way Analysis of Variance and Duncan's Multiple Range Test.

The results were as follows:

1. In canals prepared up to size 25 ProFile® of .04 taper, non-standardized MF and F cones occupied significantly more canal space than Dia-Pro ISO-.04™ or size 25 standardized ones ($p < 0.05$).
2. In canals prepared up to size 30 ProFile® of .04 taper, non-standardized F cones occupied significantly more canal space than Dia-Pro ISO-.04™ or size 30 standardized ones ($p < 0.05$), and non-standardized MF cones occupied more canal space than size 30 standardized ones ($p < 0.05$).
3. In canals prepared up to size 35 ProFile® of .04 taper, there was no significant difference in canal

space occupation among non-standardized MF and F, size 35 standardized, and Dia-Pro ISO-.04™ cones ($p>0.05$).

4. In canals prepared up to size 25 ProFile® of .06 taper, non-standardized MF and F cones occupied significantly more canal space than Dia-Pro ISO-.06™, or size 25 standardized ones ($p<0.05$), and Dia-Pro ISO-.06™, cones occupied significantly more space than size 25 standardized ones ($p<0.05$).
5. In canals prepared up to size 30 ProFile® of .06 taper, non-standardized FM cones occupied significantly more canal space than Dia-Pro ISO-.06™ or size 30 standardized ones ($p<0.05$), and non-standardized F cones occupied significantly more canal space than size 30 standardized ones ($p<0.05$).
6. In canals prepared up to size 35 ProFile® of .06 taper, non-standardized M and FM, Dia-Pro ISO-.06™ occupied significantly more canal space than size 35 standardized ones ($p<0.05$).

In summary, in both canals prepared with .04 or .06 taper ProFile®, non-standardized cones showed better fitness than Dia-Pro ISO™ or standardized ones, which was more characteristic in smaller canals.

Key Words : Gutta-percha cone, Apical fitness, Rotary root canal instrument

1. 서 론

근관치료는 근관계를 성형하고 소독하는 근관형성 과정과 성형된 근관계를 3차원적으로 밀폐하는 근관충전 과정으로 이루어진다. 근관충전은 구강 혹은 치근단 치주조직으로부터 근관계로 교통 가능한 모든 통로를 폐쇄하고, 근관의 세척과 성형과정에서 완전히 제거할 수 없는 근관 내부의 자극원들을 차단하고자 하는 목적으로 행해진다¹⁾.

근관충전의 목적을 달성하기 위하여 사용되는 재료 및 방법에는 여러 가지가 있는데, gutta-percha를 주 충전재로 하고 근관시멘트를 함께 사용하는 여러 방법들이 많이 사용되고 있다. Gutta-percha를 사용하여 충전하는 방법에는 고형의 gutta-percha cone을 근관에 주입하여 충전하는 방법과 근관 외에서 연화시킨 gutta-percha를 근관에 주입하여 사용하는 방법이 있다. 그 중에서 gutta-percha cone을 사용하는 방법에는 열을 가하지 않고 gutta-percha를 가압하여 충전하는 측방가압법, 근관 내에서 gutta-percha를 열 연화시킨 후 가압하여 충전하는 수직가압법, 그리고 근관 내에서 gutta-percha를 가압한 후에 기계적인 방법으로 연화하는 compaction 법 등이 있다¹⁾.

측방가압법은 오랫동안 임상에서 널리 사용되어져 오고 있는 대표적인 근관충전법인데, 열에 대한 gutta-percha의 물성은 이용하지 않고 실온에서의 수동 압력만으로 gutta-percha cone을 가압하여 근관계를 폐쇄하는 술식이다²⁾. 한편 열에 대한 gutta-percha의 물성을 이용한 방법으로 Schilder's technique이라고 통칭되는 수직가압법이 있다. 이 방법은 gutta-percha cone을 근관에 넣고 열과 압력을 가하여 주 근관뿐 아니라 부근관까지도 어느 정도 gutta-

percha로 폐쇄시키고자 하는 술식이다³⁾. 이 수직가압법에서는 열과 압력을 함께 가해야 하기 때문에 기법이 다소 까다롭고 복잡하다는 단점을 가진다. 최근에는 gutta-percha에 가하는 열의 온도를 조절하고 원하는 온도를 자동으로 유지시킬 수 있는 System B 열기구와 여기에 부착하여 사용하는 수직 가압용 plugger인 Buchanan plugger가 소개되었고, 이후 이 기구들을 이용해 근관을 충전하는 'Continuous Wave of Condensation 법'⁴⁾이 소개되었다. 이 방법은, gutta-percha에 열을 가한 후 실온의 수직가압 plugger를 사용하는 Schilder의 수직가압법과는 달리, 한 개의 비표준화 gutta-percha cone과 sealer를 근관 내에 도입한 다음 System B 열기구를 통해서 적정온도로 가열된 Buchanan plugger를 근관 내에 도입하여 gutta-percha를 연화하면서 동일 plugger로 치근단부 근관을 한번에 수직 가압하여 충전하는 방법이다⁴⁾. 이 방법은 일단 기교를 익히고 나면 술식이 간편하기 때문에 최근에 많이 추천되고 있다.

근관충전을 위한 근관의 이상적인 형태에 관해, Schilder⁵⁾는 근관은 근단공은 넓어지지 않으면서 continuous taper의 형태를 가져야 한다고 하였다. 0.02 taper를 가지는 표준화된 근관기구를 사용하여도 이러한 근관의 형태를 얻을 수 있으나, 최근에는 표준화 기구보다 taper가 큰 0.04, 0.06 또는 그 이상의 taper를 가진 기구들이 소개되고 있어 이상적인 근관의 형태를 만들기가 보다 용이해졌다. 그리고 이러한 taper를 가지면서 Ni-Ti의 소재로 만들어진 전동 기구들은 근관형성을 보다 용이하게 해 주는 장점을 가진다.

형성된 근관을 gutta-percha cone으로 충전하는 방법에

있어 첫 단계 술식은 1차 cone의 선택이다. 근관내의 공간을 효과적으로 폐쇄하기 위해서는 Cohen과 Burns⁶⁾가 지적하였듯이 근단부 근관 수 mm에 대한 gutta-percha의 적합성이 중요한 요소가 된다. 따라서 적합한 1차 cone을 선택하기 위하여 근관장과 비교한 시각적인 방법, 술자의 촉감에 의존하는 방법, 그리고 방사선 사진을 이용하는 방법 등이 이용된다. 그러나 어느 방법을 사용하든 gutta-percha cone은 근단에서 "slight resistance", "resistance", "good tugback" 또는 "good deal of pulling force" 등으로 표현되는 다소의 유지력을 가져야 하는 것으로 보고되고 있다⁷⁾.

1차 cone의 선택에 관해, 근관장까지 사용된 최대 크기의 기구와 동일한 크기의 gutta-percha cone을 1차 cone으로 사용하기를 일반적으로 추천해 오고 있다. 그리하여 표준화된 기구를 사용하여 근관을 형성한 경우에는 근관장까지 사용된 기구의 크기와 동일한 크기의 표준화된 gutta-percha cone을 1차 cone으로 추천한다. 그런데 비표준화된 기구로 형성된 근관에 있어서는 표준화된 gutta-percha를 사용시 근단부 근관에 대한 적합성이 낮을 것으로 여겨지므로 extra-fine(EF), fine-fine(FF), medium-fine(MF), fine(F), fine-medium(FM), medium(M), medium large(ML) 그리고 large(L) 등의 비표준화 cone이 사용되고 있다. 그리고 최근에는 0.04 및 0.06 taper의 기구에 적합하게 제작되었다고 주장하는 비표준화 cone도 소개되고 있다. Gutta-percha cone 선택에 있어 cone의 근단부 적합성은 비표준화 기구로 형성된 근관에서도 역시 중요하므로 근단부 근관의 taper에 따른 적절한 크기 및 taper의 gutta-percha cone 선택 지침이 필요하다.

이에 본 연구에서는 0.04 및 0.06 taper의 Ni-Ti 전동기구로 형성된 근관에서 'Continuous Wave of Condensation 법'⁴⁾ 등 열 연화충진법에서 사용할 수 있는 가장 적합한 gutta-percha cone을 선택하기 위한 목적으로, 근단부 근관의 크기와 taper에 따른 비표준화 gutta-percha cone의 근관적합도를 비교, 연구하여 소기의 결과를 얻었으므로 이에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

동일한 조건의 근관 형태를 부여하기 위해서 만곡 근관을 가지는 레진블록(Endo training-bloc, Maillefer Co., Dentsply, Switzerland) 60개를 사용하였다.

근관형성 기구로는 전동화일의 일종인 .04 및 .06 taper의 25번, 30번, 35번의 ProFile[®](Maillefer Co., Dentsply, Switzerland)을 사용하였으며, gutta-percha cone으로는 표준화된 gutta-percha cone(Diadent,

Korea), Dia-Pro ISO-.04[™] 및 .06[™] taper gutta-percha cone(Diadent, Korea) 그리고 MF, F, FM 및 M size의 비표준화 gutta-percha cone(Diadent, Korea)을 사용하였다.

2. 근관 형성

광학 현미경(동원 Co. Korea)하에서 전동화일이 레진블록의 근단끝을 넘지 않도록 주의하면서 근관형성을 시행하였다. 먼저 근관의 치관부 1/3을 .06 taper의 40번과 35번 ProFile[®]로 확대한 다음, .06 taper의 30번과 25번 ProFile[®]로 중간부 1/3을 확대하였고, 근단부 1/3은 .04 taper의 25번과 20번의 순서로 치근단공에서 화일이 보일 때까지 확대하였다. 이후의 근관 확대 과정은 다음과 같이 실험군을 나누어 시행하였다.

1) .04 taper 근관의 형성

근관 끝까지 .04 taper의 25번 기구로 확대한 군, .04 taper의 25번에 이어 30번 기구까지 확대한 군, 그리고 .04 taper의 25번, 30번에 이어 35번 기구까지 확대한 군 등 3 군으로 나누어 근단부 근관을 형성하였다.

2) .06 taper 근관의 형성

.06 taper 근관형성은 .04 taper 25번으로 치근 끝까지 확대한 후에 .06 taper의 20번 기구로 근관 끝까지 근관을 형성하고 나서 .06 taper의 25번 기구로 확대한 군, .06 taper의 25번에 이어 30번 기구까지 확대한 군, 그리고 .06 taper의 25번, 30번에 이어 35번 기구까지 확대한 군 등 3 군으로 나누어 근단부 근관을 형성하였다.

3. 근관에 따른 Gutta-percha Cone의 선정

표준화된 gutta-percha cone은 cone 게이지(Gauge for

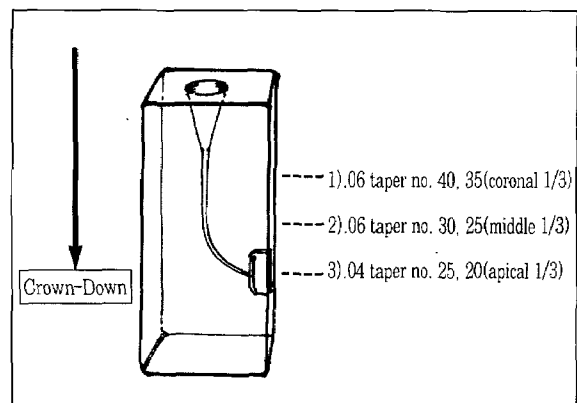


Fig. 1. Basic sequence of canal preparation.

Gutta-Percha Points, Maillefer Co., Switzerland)로 확인하여 gutta-percha cone 끝(tip)의 크기가 명시된 크기와 일치하는 것만을 사용하였다. Dia-Pro ISO-.04™ 및 .06™는 제조자에 의해서 근단의 크기가 명시된 그대로 사용하였으며, 비표준화 size는 치근단 주 파일의 크기(master apical file size)에 맞도록 gutta-percha cone 끝의 크기를 cone 게이지를 이용하여 확인한 다음 근관 내에 적용하였다.

사용된 비표준화 gutta-percha cone 중에서 taper가 근관의 taper보다 작아서 근관장까지 도입은 되지만 tugback을 느낄 수 없는 gutta-percha cone이나, 근관의 taper보다 cone의 taper가 커서 근단부까지 도달되지 않는 cone, 그리고 치근 중간부 1/3이나 치관부 1/3에서 끼이는 비표준화 gutta-percha cone은 실험에서 제외하였다.

.04 taper 근관에서는 표준화 gutta-percha cone과 Dia-Pro ISO-.04™ taper gutta-percha cone 중에서 근관의 taper와 근단끝의 크기가 일치하는 cone, 그리고 두 가지의 비표준화 gutta-percha cone, 총 4종의 gutta-percha cone을 선정하였으며, .06 taper 근관에서는 표준화 gutta-percha cone과 Dia-Pro ISO-.06™ taper gutta-percha cone 중에서 근관의 taper와 근단공의 크기가 일치하는 cone, 그리고 두 가지의 비표준화 gutta-percha

cone, 총 4종의 gutta-percha cone을 선정하였다. 이때, .04 taper의 25번과 30번 기구까지 확대한 근관에서는 MF 및 F 크기의 비표준화 cone을, 35번 기구까지 근관을 확대한 근관에서는 F 및 FM 크기의 비표준화 cone을 선정하여 실험하였다. 그리고 .06 taper No. 25와 No.30까지 근관을 확대한 근관에서는 F 및 FM 크기의 비표준화 cone을, 35번 기구까지 근관을 확대한 근관에서는 FM 및 M 크기의 비표준화 gutta-percha cone을 선정하여 실험하였다.

4. 근관에서 gutta-percha cone의 적합성 평가

1) 근관 면적의 계산

근단부 5mm의 근관만을 남겨 실험하기 위해 근단공 상방 5mm 지점에 표시를 한 다음 나머지 부위를 저속 Diamond saw(Isomet™, Buehler Co., Lake Bluff, IL, U.S.A.)로 절단, 제거하였다. 근관을 세척후 paper point(Diament, Korea)로 건조시킨 다음 고무 인상체인 Examix™ (GC Co., Japan)를 사용하여 근관 내형의 인상을 채득하였다.

채득된 인상체를 stereo microscope(SZ-PT Olympus, Japan)하에서 12배 확대된 영상을 CCD 카메라(GP-KR222, Panasonic, Japan)로 촬영한 후, Studio Grabber 프로그램으로 영상을 컴퓨터 내에 저장하였다. 저장된 영상을 이미지 분석 프로그램인 CompuScope Standard 1.0 Demo(Sungjin Multimedia, Korea)를 이용해서 각 근관에서 채득된 인상체를 통해서 근단부 5mm 근관 측면의 2차원적 면적을 측정하였다.

2) 근관 내 도입된 gutta-percha cone 면적의 계산

근단부 근관에 설정된 근관의 크기에 맞게 gutta-percha cone을 도입한 다음 근단부 5mm 이외의 여분은 절제하였다. 각 근관당 2개의 gutta-percha cone을 도입하였으며, 근관 면적을 계산하는 것과 동일한 방법으로 gutta-percha cone을 촬영한 후에 gutta-percha cone 측면의 2차원적 면적을 계산하였다.

3) 근관 내 적합성 산정

근관에 대한 gutta-percha cone의 적합성은 근관 면적에 대한 gutta-percha cone의 점유면적 비율로 하였다

(식 1).

$$\frac{\text{Gutta-percha Cone의 면적}}{\text{근관의 면적}} \times 100 (\%)$$

— 식 1

Table 1. Identification and dimensions of endodontic accessory gutta-percha cones^{a)}

Nominal Size Designation	Diameter D3	Diameter D16
	3mm from tip* (mm)	16mm from tip* (mm)
XF (extra-fine)	0.20	0.45
FF (fine-fine)	0.24	0.56
MF (medium-fine)	0.27	0.68
F (fine)	0.31	0.80
FM (fine-medium)	0.35	0.88
M (medium)	0.40	1.10
ML (medium large)	0.43	1.25
L (large)	0.49	1.55
XL (extra-large)	0.52	1.60

Adapted from American National Standards Institute/American Dental Association Specification No. 57 for Endodontic Filling Materials. Table 1B p 15, 1984.

* All dimensions to be measured to an accuracy of 0.0005mm. A tolerance of ± 0.05 mm applies to D3 and D16. Taper proportion is variable dependent upon nominal size but is of uniform taper. Overall length is not less than 30mm ± 2.0 mm unless otherwise specified.

4. 실험결과의 통계적 분석

각 군에서 측정, 산정된 적합성은 일원 변량 분석법(One-way ANOVA)을 사용하여 비교, 분석하였으며 Duncan's mutiple range test로 사후 검증하였다.

Ⅲ. 성 적

1. .04 taper 근관

각 크기의 근관에 대한 gutta-percha cone의 적합도는

Table 2 및 Fig. 2 와 같이 나타났다. 25번 크기의 근관 실험군에서는 MF 및 F 크기의 비표준화 cone이 표준화 cone과 Dia-Pro ISO-.04™ 보다 우수한 근관적합도를 나타내었고(p<0.05), 30번 크기의 근관 실험군에서는 F, Dia-Pro ISO-.04™ 및 MF 크기의 gutta-percha cone 모두 표준화 cone보다 우수한 적합도를 나타내었다 (p<0.05). 그러나 35번 크기의 근관 실험군에서는 각각의 gutta-percha cone 사이에 유의한 차이를 나타내지 않았다(p>0.05).

Table 2. Comparison of the canal space occupied by gutta-percha cone in .04 tapered canal (mean ± S.D., %)

Group	ST-GP	Dia-Pro ISO-.04™	Non-standardized gutta-percha cones				
			MF	F	FM	M	
.04 taper	no.25	76.38±3.54	78.79±6.8	86.28±4.02	83.83±4.29		
	no.30	79.07±3.06	83.32±5.59	88.01±4.07	87.71±5.14		
	no.35	79.35±7.50	81.63±9.02		83.39±10.61	85.31±7.09	

ST-GP : standardized gutta-percha cone, MF : medium fine size, F : fine size, FM : fine medium, M : medium size gutta-percha cone.

Table 3. Comparison of the canal space occupied by gutta-percha cone in .06 tapered canal (mean ± S.D., %)

Group	ST-GP	Dia-Pro ISO-.06™	Non-standardized gutta-percha cones				
			MF	F	FM	M	
.06 taper	no.25	67.75±7.07	76.37±5.95		83.69±4.98	83.94±5.15	
	no.30	77.20±9.33	89.92±7.59		87.95±3.68	89.97±6.35	
	no.35	72.69±6.06	83.92±4.97			85.43±3.20	89.78±2.68

ST-GP : standardized gutta-percha cone, MF : medium fine size, F : fine size, FM : fine medium, M : medium size gutta-percha.

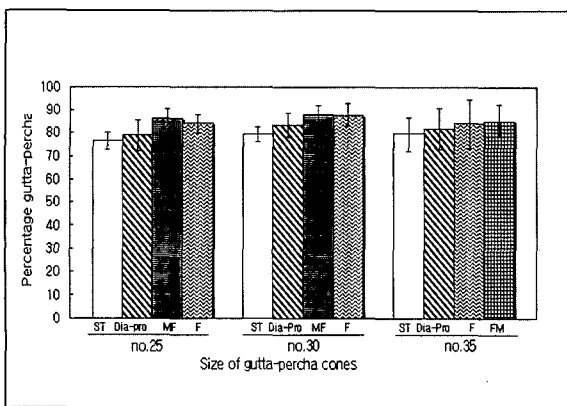


Fig. 2. Graph comparing average areas of canal occupied by gutta-percha cone in .04 tapered canal (%).

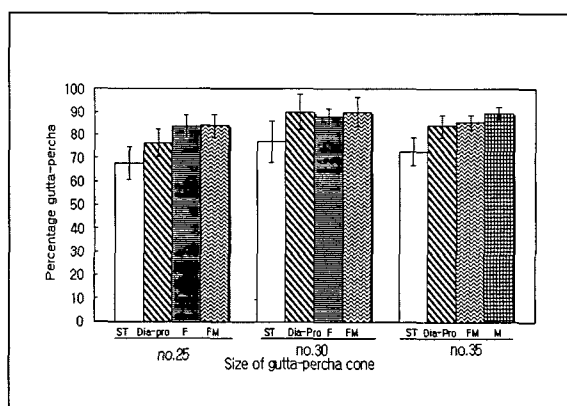


Fig. 3. Graph comparing average areas of canal occupied by gutta-percha cone in .06 tapered canal (%).

2. .06 tapered 근관

각 크기의 근관에 대한 gutta-percha cone의 적합도는 Table 3 및 Fig. 3과 같이 나타났다. 25번 크기의 근관 실험군에서는 비표준화 cone 모두가 표준화 cone 및 Dia-Pro ISO-.06™ 보다 우수한 근관 내 적합도를 나타내었고 ($p < 0.05$), 30번 크기의 근관 실험군에서는 표준화 cone을 제외한 나머지 gutta-percha cone 사이에서 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$). 그리고 35번 크기의 근관 실험군에서는 M 크기의 비표준화 cone이 가장 우수한 적합도를 보이고 있는 것으로 나타났으나 ($p < 0.05$), FM과 Dia-Pro ISO-.06™ 사이에서는 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$).

.04 taper의 30번 크기 근관 실험군을 제외한 나머지 실험군에서 사용된 비표준화 cone의 적합도가 다른 gutta-percha cone보다 우수하게 나타났으며, ProFile®의 taper에 맞게 제조되었다고 하는 Dia-Pro ISO™ gutta-percha cone은 근관의 taper가 커질수록 적합도가 우수한 것으로 나타났다. 표준화된 gutta-percha cone은 실험에 사용된 gutta-percha cone 중 .04 taper의 35번 크기 근관 실험군을 제외한 나머지 실험군 모두에서 가장 낮은 적합도를 보였다.

IV. 고 찰

Gutta-percha는 1800년대 후반에 치의학에 도입된 이래, 이의 물리화학적 및 생체적합성 등의 물성이 계속 연구되어 오고 있다. 천연 gutta-percha는 자연산 고무보다 더 단단하면서 부서지기 쉬우나 탄성은 적다. 근관충전재로서의 gutta-percha는 용해제나 열에 의해 소성변화를 하지 않는 한 근관 내 삽입 후 체적변화를 일으키지 않고 필요시 가소성을 부여할 수 있으며, 불활성, 조직에 대한 비 자극성, 소독의 용이성, 세균에 대한 정균성, 방사선 불투과성, 습기에 대한 불침투성, 우수한 근관폐쇄효과, 그리고 필요시 근관 내에서 쉽게 제거할 수 있다는 등의 장점을 가지고 있다. 그러나, 견고성이 부족하여 좁은 근관에서는 치근단 부에서 적절한 tugback 감각을 얻기가 힘들다는 점과 재료 자체가 근관벽에 대한 부착성을 가지지 않으므로 근관충전시 sealer가 필수적으로 필요하다는 단점을 가지고 있다⁹⁾.

원료 상태의 천연 gutta-percha는 결정구조가 알파(α)상의 형태로 존재하며, 근관충전재로 사용되는 gutta-percha는 베타(β)상으로 주로 이용된다. gutta-percha는 열을 받으면 상의 변화를 일으키게 되는데 42℃~49℃에서 베타 상에서 알파 상으로의 변화가 이루어지고, 53℃~59℃에서는 알파 상에서 무정형의 상으로 또 다시 변화한다¹⁰⁾.

Gutta-percha의 물성 이해를 바탕으로 gutta-percha의 열에 대한 물성을 이용하는 여러 가지의 충전방법이 소개되

고 있다. Ultrafil(The Hygienic Corp., U.S.A.)이나 Obtura II (Obtura Corp., U.S.A.)technique과 같이 gun-type의 syringe를 이용하여 저온 또는 고온의 열연화된 gutta-percha를 근관 내에 주입하는 방법, 알파상의 gutta-percha를 연화시키거나 주입식 방법을 채택하지 않고 carrier를 이용하여 충전하는 SuccessFil technique, Trifecta technique, 그리고 금속 혹은 플라스틱 core carrier에 gutta-percha를 피복시켜 열 연화한 다음 근관 내 충전하는 Thermafil technique이 소개되었다. 그리고 최근에 소개된 Continuous Wave of condensation 법은 전통적인 수직가압법에서 사용된 heat carrier가 온도조절이 힘들었다는 단점을 보완하여 System B Heat source와 같은 전기적인 기구를 이용하여 온도를 조절하고 Buchanan plugger로 근관 내에 열을 전달하면서 근단부 근관 내에 도입된 비표준화 단일 gutta-percha cone을 일련에 수직 가압하는 방법이다.

근관형성 모양에 있어 Schilder의 원칙¹¹⁾을 따른다면 근관의 형태는 근침이 좁고 치관부 쪽으로 진행할수록 넓어지는 점진적인 깔대기 모양을 가져야 한다. 3차원적인 근관치료의 개념 실행을 위해 근관형성을 위한 기구에도 다양한 방법 및 디자인이 소개되고 있다. 최근 표준 taper인 .02 뿐 아니라 .04 및 .06 또는 그 이상의 taper를 가지는 Ni-Ti 전동 파일이 소개되고 있다. 이 파일을 이용한 근관형성법은 적절하게 사용되어지면, 어느 정도의 근관의 만족도를 가지고 있는 경우에서도, 원래의 근관형태를 크게 변화시키지 않으면서 근관의 확대가 가능하며, 전동 기구 사용시 기존의 수중 근관 형성법에 비해 시술시간을 단축하면서 균등하게 근관벽을 삭제할 수 있는 것으로 알려지고 있다¹¹⁾.

근관충전 후 그 충전방법에 따른 근관폐쇄능을 평가하는 데는 여러 가지 방법이 있는데, 근관은 근관시멘트의 점유량을 최소로 하고 gutta-percha로 주로 충전됨을 목표로 하기 때문에 이를 평가하기 위해서는 gutta-percha의 근관 내 점유면적을 평가하는 방법이 추천된다. Eguchi 등¹²⁾은 수중의 근관충전법에 따른 근관폐쇄능의 평가방법에서 근관 내를 차지하고 있는 gutta-percha의 면적비를 산출하여 근관폐쇄효과를 비교하였으며, 정 등¹³⁾은 열을 가한 spreader를 사용한 측방가압 충전법의 근관밀폐효과에 관한 연구에서 절단 수준별 gutta-percha 점유 면적의 평균 면적비를 산출한 바 있다. 본 연구에서는 동일한 조건의 근관에서 선택되어지는 gutta-percha cone의 근단부 근관 점유율을 평가하였다.

근관을 충전하는 gutta-percha cone은 형성된 근관의 근단부에 잘 적합할 필요가 있다. 시판되는 gutta-percha cone의 형태 중 비표준화 gutta-percha cone은 표준화 cone에 비해 taper가 많이 부여되어 있는데, gutta-percha cone의 taper 및 size가 근관의 taper 및 size와 일치한다면 우수한 근관 적합성을 나타낼 것이다. 이를 위해 .02

taper의 표준기구를 사용하여 형성된 근관에서는 .02 taper의 표준 gutta-percha cone의 사용이 추천되어 왔으나 .04 및 .06 taper의 기구를 사용하여 형성된 근관에서는 .02 taper의 표준 gutta-percha cone은 근단부 근관의 적합성이 부족하다.

1차 gutta-percha cone의 근단부 5mm 적합성이 형성된 근관의 충전과정과 근관충전 후의 근관폐쇄능에 일차적인 영향을 미칠 수 있는 바, 본 실험에서는 0.04 및 0.06 taper의 기구로 형성된 근관에서 수종의 gutta-percha cone의 근단부 적합성을 비교하였다.

본 연구에서 .04 taper의 25번 크기의 근관에서는 F, MF 크기의 비표준화 cone이 표준화 cone과 Dia-Pro ISO-.04™ 보다 우수한 근관적합도를 나타내었고, 30번 크기의 근관에서는 F, Dia-Pro ISO-.04™, FM 크기의 gutta-percha cone 모두 표준화 cone보다 우수한 근관적합도를 나타내었다. 그리고 .06 taper, 25번 크기의 근관에서는 사용된 비표준화 cone 모두가 표준화 cone, Dia-Pro ISO-.06™ 보다 우수한 근관적합도를 나타내었고, 35 크기의 근관에는 M 크기의 비표준화 cone이 가장 우수한 근관적합도를 보이고 있는 것으로 나타났다. 그리하여 모든 근관에서 공히 비표준화 cone이 더 우수한 근단부 적합성을 보이는 것으로 나타났다.

본 연구에 사용된 gutta-percha cone 중에서 Dia-Pro ISO-.04™ 및 .06™ taper gutta-percha cone은 제조사에 의하면 0.04 및 0.06 taper를 가진 전동기구의 크기에 맞게 제작하였다고 한다. 본 실험에서 Dia-Pro ISO-.04™ taper gutta-percha cone은 25번 크기의 근관에서는 사용된 표준화 gutta-percha cone보다 좋은 적합성을 보였지만, 그 외의 경우에는 공히 다른 비표준화 gutta-percha cone에 비해 낮은 근관적합도를 나타내었을 뿐 아니라 cone사이의 면적 편차가 다른 gutta-percha cone에 비해 큰 것으로 나타났다. 이로 보아 이 cone의 균일성이 다른 gutta-percha cone에 비해 떨어짐을 알 수 있었다. 그리고 이 양상은 Dia-Pro ISO-.06™ taper gutta-percha cone에 있어서도 유사하게 나타났다. 한편, 이들 cone은 근관의 taper가 클수록 근관적합성이 우수하게 나타났다.

수직가압충전법에서는 master cone으로 선택되는 비표준화 gutta-percha cone이 형성된 근관의 근단부 1~2mm 이내에 적합되어야 하는데, Buchanan¹⁴⁾은 형성된 근관의 크기보다 약간 적은 taper를 가진 cone의 사용을 추천하였다. 이는 근단부의 수 mm에 gutta-percha의 적합이 되는 것을 의미하고, 선택된 cone의 taper가 큰 경우에는 cone이 근단부에 적합되지 못하여 근단부의 부족충전(underfilling)을 초래하며, 정해진 길이에서의 'short, crisp tugback'을 느끼는 것이 비표준화 gutta-percha cone의 선택에 중요한 방법이 된다고 하였다. 한편 Metzger 등¹⁵⁾은 근관의 단면이 둥근 경우에는 표준화된

gutta-percha cone을 사용한 경우와 customized gutta-percha cone으로 충전한 경우 사이에 근관폐쇄능에는 차이가 없다고 하여 근단부 근관 형태의 중요성을 강조하였다.

1958년 Ingle에 의해서 근관치료기구 및 gutta-percha cone의 표준화¹⁶⁾가 진행된 이래, 제조된 gutta-percha cone의 정확성에 대한 연구가 있어 왔다. Hatton 등²⁾은 측방가압 충전시 spreader에 의해 형성되는 공간이 accessory gutta-percha cone을 삽입하기에는 부족하다고 지적하면서 사용되는 gutta-percha cone 보다 다소 큰 크기의 spreader 사용을 추천하였다. 그리고 Mayne 등¹⁷⁾은 표준화된 gutta-percha cone의 두 가지의 직경(D1, D16)을 측정 한 결과, 대부분의 표준화 gutta-percha cone이 상당한 변이를 가지고 있었을 뿐 아니라 변이량도 다양하였다고 하였다. Hartwell 등¹⁸⁾은 같은 크기로 표시되어 있는 finger spreader와 accessory gutta-percha cone 사이의 크기 관계를 평가한 바, accessory gutta-percha cone에 맞는 finger spreader의 기준이 필요하다고 하였다.

표준화 gutta-percha cone은 표준화된 근관치료용 기구의 규격에 일치하도록 추천되고 있으나 각 제조 회사마다 규격이나 정확성에 있어 어느 정도의 변이가 있는 것으로 알려져 있다^{17,18)}. 따라서 본 연구에서는 표준화 cone의 근단부 끝의 크기를 cone 게이지를 이용해 확인한 후 사용하였다. 비표준화 cone에는 extra-fine, fine fine, medium fine, fine, fine-medium, medium, medium large 그리고 large 등의 taper를 가지고 있으며, 표준화된 gutta-percha cone보다 taper가 크고, 근단부 쪽의 끝 형태가 뾰족한 양상을 지니고 있다. 이러한 형태의 gutta-percha cone은 측방가압충전법에서 사용되는 spreader의 형태에 맞추어 accessory cone으로 사용되거나, 전통적인 수직가압충전법이나 Continuous wave of condensation법과 같은 열연화 근관충전법에서 master cone으로 선택되고 있다. 본 실험에 사용된 비표준화 gutta-percha cone의 taper를 ANSI/ADA 규격⁸⁾에 따라 계산해 보면, MF cone은 .031, F cone은 .038, FM cone은 .053, 그리고 M cone은 .058 정도의 taper를 가지는 것으로 나타난다. 사용된 비표준화 gutta-percha cone이 이런 규격에 정확하다고 가정한다면 F 크기의 gutta-percha cone은 .04 taper의 근관에서 가장 잘 적합이 되어야 하고, M 크기의 cone은 .06 taper의 근관에 가장 잘 적합되어야 한다. 그런데, 본 실험에서는 .04 taper 근관내의 2가지의 실험군에서 MF와 F cone 사이에 통계학적인 유의성을 나타내지 않았음을 보아 .04 taper로 근관을 형성하고, 근단부 근관의 크기가 25번과 30번 크기로 확대된 경우에 두 가지의 비표준화 gutta-percha cone 중에서 어느 것을 선택해도 근관내 적합도에 별 차이가 나타나지 않을 것으로 생각된다.

또한, ANSI/ADA 규격에 따르면 FM cone의 D3에서 cone의 크기는 35번 크기가 되며, M cone의 D3는 40번이

된다. 그런데 근관의 taper만을 계산해 보았을 때 M 크기의 cone이 이론상 다른 비표준화 gutta-percha cone보다 .06 taper 근관과 가장 유사한 taper를 가지고 있으며, 실제 M cone은 35번 크기로 형성된 근관에서는 적합도가 가장 우수한 것으로 나타났다. 그러나, 근단부 근관의 크기가 25번이나 30번으로 확대된 근관에 있어서는 정해진 근관장으로서의 도입이 어려워 실험군에서 배제되었다. 따라서, M cone은 근관의 taper가 비교적 넓으며, 근단공의 크기가 넓은 근관에서 유용하게 선택할 수 있는 gutta-percha cone이라 여겨된다. 본 실험에 사용된 표준화 gutta-percha cone은 .04 taper 근관에서는 근관면적에 21%에서 24%까지 변이가 있으며, .06 taper 근관에서는 면적에 27%내지 32% 정도의 변이가 있어 단일 gutta-percha cone을 이용하는 수직가압충전법에는 master cone으로 선택할 수 없음을 확인 할 수 있었고, .04 taper 35번 크기 근관 실험군을 제외한 나머지 실험군에서 공히 유의하게 낮은 근관적합성을 보였다. 따라서, 표준화 gutta-percha cone을 이용한 수직가압충전법에서는 측방가압충전법을 병용하는 측방-수직가압충전법으로 근관을 충전하는 것이 효과적인 것으로 사료된다.

Gutta-percha는 충전과정에서 가해지는 압력에 의해 cone의 위치 또는 모양이 다소 변화될 수 있다. Gutta-percha cone은 반고형의 물질이므로 가압과정(compaction procedure)에서 근관시멘트와 함께 저항이 가장 적은 부위로 밀려들어가 주근관의 불규칙한 부위뿐만 아니라 부근관까지 충전할 수 있는 효과를 가지게 된다. Allison 등⁷⁾은 tapered한 근관을 형성하고 1차 cone을 삽입한 후에 spreader의 침투깊이 차이에 의해 근단부의 폐쇄가 달라진다고 하였고, Himel 등¹⁹⁾은 가온 측방가압법에서 warm spreader의 도입횟수가 근관내 물질에 동등한 효과를 나타내지 못한다고 하였다. 그런데 형성된 근관형태에 따라 cone이 근단부 방향으로도 이동할 수 있어 Yared와 Chanhine²⁰⁾은 측방가압충전법과 수직가압충전법에서 일어나는 gutta-percha cone의 근단부 이동양상을 비교한 결과 측방가압법보다는 수직가압법에서 많은 이동이 일어났다고 하였다. 그리고 Tagger와 Gold²¹⁾는 제조자에 따라 열연화 후의 압접에 따른 gutta-percha cone의 흐름성은 다르다고 보고하였다.

Gutta-percha는 형성된 근관의 형태에 따라 들어가 근관을 폐쇄하게 되므로, Hatton 등²⁾은 근단폐쇄에 있어서 중요하게 작용하는 것은 충전시 가해지는 압력보다는 이전의 근관형성과정이라고 하였다. 그러므로 근단부 근관의 과도한 확대, 갑작스런 taper의 변화, 그리고 근단부 폐쇄(apical blockage) 혹은 불규칙성(apical irregularity) 등과 같은 근관형성시의 문제점들은 gutta-percha cone의 근관내 적합성을 저하시키게 된다. Buchanan¹⁴⁾도 부적절하게 형성된 근관은 정화과정이 제대로 이루어지지 않았을 뿐 아

니라 적절히 충전될 수도 없다고 하였고, 근관 충전을 위해 표준화된 gutta-percha cone을 사용할 때 일어날 수 있는 가장 미묘한 문제가 cone이 침부에서부터 3mm 상방에서 binding되는 것이라고 하였다. 그리고 이것이 근단부의 폐쇄를 완전히 방해하는 것은 아니지만 근관의 형태에 적합한 gutta-percha cone을 적용하는 경우에 비해 근단 폐쇄효과가 감소한다고 하였다. 결국 부적절하게 형성된 근관은 부적절한 cone의 적합과 함께 근관 내 충전양상을 불량하게 하거나 gutta-percha cone의 과연장을 야기하게 되어 근관치료의 실패를 초래할 수도 있다.

앞서 기술한 바와 같이 근관충전 과정은 이전의 근관형성 과정이 가장 중요한 요소로 작용하므로 본 실험에서 근관형성은 그 형태가 비교적 균일하게 근관 형태를 보유하고 있는 모형근관을 채택하였다. 일반적으로 모형근관은 근관형성 과정을 시각적으로 관찰하는 도구로 많이 이용되므로 본 실험에서도 근관의 taper 등 조건을 동일하게 부여하기 위해 사용하였다. 모형근관의 근단부 5mm만을 절제하여 사용한 것은 근단부의 폐쇄가 다른 부위의 밀폐성보다 더욱 중요하기 때문이었다.

모형근관을 확대하기 위해 본 실험에 사용된 ProFile[®]은 초기에 ProFile[®] .04 taper[®] Series 29[®](Tulsa Dental Products, Tulsa)로 소개되기 시작하여, 최근에는 3 가지 형태, 즉 .05에서 .08 taper로 근관의 치관부를 확대할 목적으로 이용되는 ProFile[®] Orifice shaper, 근관의 중간부를 확대하거나 약간의 근관 만곡이 있는 경우에 근첨부를 확대할 목적으로 사용되는 ProFile[®] .06 taper, 그리고 주로 치근단부를 확대할 목적으로 사용이 추천되는 ProFile[®] .04 taper 등 3종으로 소개되고 있다. 제조자의 지시대로 본 실험에서는 치근 치관부를 먼저 확대하는 Crown-down technique으로 근관을 형성하였다. 그러나, 정확한 근단공의 확대에 있어 ProFile[®]은 형성되는 근관의 근단부 크기를 명시하고 있지만, 실제 계측해본 바 명시된 기구 끝의 크기보다 작음을 알 수 있었다.

이상을 종합해 볼 때, 0.04 또는 0.06 taper의 전동기구로 형성된 근관에서 비표준화 gutta-percha cone이 표준 gutta-percha cone보다 우수한 근단부 근관적합성을 보이는 것으로 판단된다. 따라서, 1차 cone 선택에 대한 지침으로서, 0.04 또는 0.06 taper의 전동기구로 형성된 근관에서 수직가압법이나 Continuous Wave of condensation법을 이용하여 근관을 충전하는 경우, 우수한 근단부 근관적합성을 위해 표준화된 gutta-percha cone보다는 비표준화 cone을 master gutta-percha cone으로 선택하는 것이 추천된다. 그리고 근단부 근관의 확대량에 따라 비표준화 gutta-percha cone의 선택에 다소의 차이가 나타날 수 있는 것으로 사료된다. 그러므로 master cone의 선택시 근관의 taper 뿐만 아니라 확대된 근단부 근관의 크기를 고려하여 수종의 비표준화 gutta-percha cone 중 가장 적합도가

우수한 gutta-percha cone을 선택하는 것이 보다 우수한 근관충전효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 최근의 0.04 및 0.06 taper의 기구에 적합한 gutta-percha의 규격에 대한 연구가 뒤따라야 할 것으로 생각된다.

V. 요약

근관형성을 위해 표준화된 근관형성기구에 비해 taper가 큰 기구들이 사용되고 있으며 이를 이용하여 형성된 근관은 taper가 큰 근관의 모양을 갖는다. 근관충전방법에 있어 근관의 크기에 적합한 1차적 gutta-percha cone을 선택할 필요가 있다.

본 연구에서는 .04 및 .06 taper의 전동화일로 형성된 근관에 열연화충전법을 위해 가장 적합한 1차 cone을 선택하기 위한 지침 마련의 목적으로, 근단공의 크기와 근관의 taper에 따른 gutta-percha cone의 근단부 근관 내 적합도를 평가하였다.

ProFile® .04 taper 와 .06 taper를 이용하여 Crown-down 방법으로 60개의 모형근관을 형성하였다. 표준화 gutta-percha cone, Dia-Pro ISO-.04™ 및 .06 gutta-percha cone, MF, F, FM 및 M 크기의 비표준화 gutta-percha cone의 근관 내 적합도는 치근단 5mm의 근관면적에 대한 gutta-percha cone의 점유 면적비(%)로 하였다.

.04 taper, 25번 크기의 근관에서는 F, MF 크기의 비표준화 cone이 표준화 cone과 Dia-Pro ISO-.04™ 보다 우수한 근관적합도를 나타내었고(p<0.05), 30번 크기의 근관에서는 F, Dia-Pro ISO-.04™, FM 크기의 gutta-percha cone 모두 표준화 cone보다 우수한 근관적합도를 나타내었으나(p<0.05), 35번 크기의 근관에서는 모든 gutta-percha cone 사이에 유의한 차이를 나타내지 않았다(p>0.05).

.06 taper, 25번 크기의 근관에서는 사용된 비표준화 cone 모두가 표준화 cone, Dia-Pro ISO-.06™ 보다 나은 근관적합도를 나타내었고(P<0.05), 30번 크기의 근관에서는 표준화 cone을 제외한 나머지 gutta-percha cone에서 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 35번 크기의 근관에는 M 크기의 비표준화 cone이 가장 우수한 근관적합도를 보이고 있는 것으로 나타났으며, FM과 Dia-Pro ISO-.06™ 사이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(p>0.05).

참고 문헌

1. Cohen S, Burns, RC : Pathways of the pulp, 7th ed. St louis, C. V. Mosby Co.(1998) pp.258-264.

2. Hatton JF, Ferrillo PJ, Wagner G, Stewart GP : The effect of condensation pressure on the apical seal, J. Endodont. 14: 305-308.

3. Schilder HC : Filling root canals in three dimensions. Dent. Clin. North Am., 723-44, 1967.

4. Buchanan LS : The continuous wave of obturation technique: 'Centered' condensation of warm gutta percha in 12 seconds, Dent. Today, 61-67, 1996.

5. Schilder HC : Cleaning and shaping the root canal, Dent. Clin. North Am., 18: 269-296, 1974.

6. Cohen S, Burns RC : Pathways of the pulp, 6th ed. St louis, C. V. Mosby Co.(1994) pp.219-220.

7. Allison DA, Michelich RJ, Walton RE : The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal, J. Endodont., 7: 61-65, 1981.

8. American National Standards Institute/American Dental Association Specification No.57 for Endodontic Filling Materials, 1984.

9. Cohen S, Burns RC : Pathways of the pulp, 6th ed. St louis, C. V. Mosby Co.(1994) pp.225-226.

10. Goodman A, Schilder H, Aldrich W : The thermomechanical properties of gutta-percha. : II. The history and molecular structure of gutta-percha. Oral Surg., 37: 954-961, 1974.

11. Tharuni L, Parameswaran A, Sukumaran VG : A comparison of canal preparation using the K-file and light speed in resin blocks, J. Endodont., 22: 474-6, 1996.

12. Eguchi DS, Peters DD, Hollinger JO, Lorton L : A comparison of the area of the canal space occupied by gutta-percha following four gutta-percha obturation techniques using prosol sealer, J. Endodont. 11: 166-175, 1985.

13. 정원균, 홍찬의 : 측방가압충진시 Heated Spreader 사용유무가 근관밀폐에 미치는 영향. 대한치과보존학회지 24: 222-232, 1999.

14. Buchanan LS : Gutta-percha conefitting into tapered preparations : Standardizing the use of non-standard points, Dent. Today, 43-47, 1995.

15. Metzger Z, Nissan R, Tamse Aviad : Apical seal by customized versus standardized Master cones: A comparative study in flat and round canals, J. Endodont. 14: 381-384, 1988.

16. Weine FS : The use of Non-ISO-tapered instruments for canal flaring. Compendium 17: 651-664, 1996.

17. Mayne JR, Shapiro S, Abramson IA : An evaluation of standardized gutta-percha points, Oral Surg., 31: 250-257, 1971.

18. Hartwell GR, Barbieri SJ, Gerard SE, Gunsolley JC : Evaluation of size variation between endodontic finger spreaders and accessory gutta-percha cones, J. Endodont. 17: 8-11, 1991.

19. Himel, Van T, Cain CW : An evaluation of the number of condenser insertions needed with warm lateral condensation of gutta-percha, J. Endodont. 19:79-82, 1993.

20. Yared GM, Chanhine TI : Master cone apical behavior under in vitro compaction J. Endodont. 18: 318-321, 1992.

21. Tagger M, Gold A : Flow of various brands of gutta-percha cones under in vitro thermomechanical compaction, J. Endodont., 14: 115-119, 1988.