

가온 측방가압 근관충전법의 폐쇄효과

경북대학교 치과대학 보존학교실
김용덕 · 조규증

서 론

근관치료의 성공은 근관계의 세심한 세척과 아울러 적절하게 형성된 근관계를 완전히 폐쇄하는 데 있다. 근관치료의 최종단계인 근관계의 완전한 폐쇄는 근관내의 단백분해산물, 세균 및 세균의 독소 등의 누출을 차단함으로써 치근단 조직의 치유를 촉진시키는 환경을 조성한다. Dow와 Ingle¹⁾을 비롯한 여러 학자들²⁻⁴⁾은 불완전한 근관폐쇄가 근관치료 실패의 주요인이라고 하였다.

근관 형성 과정을 거치더라도 근관내벽의 형태는 많은 복잡성과 불규칙성을 가지므로⁵⁻⁹⁾ 근관을 보다 효과적으로 폐쇄할 수 있는 기술과 재료들이 근관치료의 임상적인 성공을 향상시키기 위해 끊임없이 연구되고 있다. 개발된 하나의 기술이 갖고 있는 결점을 보완해서 더 새로운 폐쇄방법이 계속 개발되어 왔으나 현재까지 소개된 재료와 방법으로 근관을 완전히 폐쇄하는 것은 불가능하다고 하겠다. gutta-percha는 충전후 비교적 불활성과 영구성을 갖고 근관벽에 대한 적합성이 우수하며, 근단조직에 대한 자극성이 적은

우수한 충전재로서, 여러가지 근관충전방법으로 변형되어 사용되고 있다.

측방가압법은 임상에서 가장 보편적으로 사용되는 방법이며 대체로 새로 개발된 근관충전법의 근관폐쇄효과를 평가하는데는 이 측방가압법과 비교하므로써 수행하는 경우가 많았다. 이 방법은 규격화된 gutta-percha cone이 형성된 근관벽에 밀접하게 적합될 수 있도록 하는 것이 어려울 뿐만 아니라^{10,11)}, 가압 충전시 cone들은 단지 서로 밀착될 뿐이고 그들 사이의 빈 공간을 sealer가 메워 주어 비균질성 접합을 이룸으로써 근관벽과의 적합성이 다소 떨어진다^{12,13)}. gutta-percha를 가열 성형시켜서 근관내로 도입하는 방법들이 모색되었는 바, Schilder¹⁴⁾는 근관내 도입된 gutta-percha를 가열된 spreader로 연화시킨 후 근관용 plugger로써 수직방향으로 가압하여 근관을 충전하는 warm gutta-percha의 수방가압법을 주창하였는데, 균일하고 조밀한 밀도¹⁵⁻¹⁷⁾, 양호한 적합성¹⁸⁾, 부근관 및 측방관 충전의 가능성¹⁹⁾ 및 우수한 폐쇄효과²⁰⁾가 보고되었다. 그러나 수방가압 근관충전법이 근관폐쇄효과에서 측방가압법

보다 더 우수함을 발견할 수 없었다는 보고도 많았다²¹⁻²³⁾.

근래, gutta-percha를 가열 연화시켜 유동적인 상태에서 짧은 시간내에 복잡한 근관계를 충전하는 성형 gutta-percha 주입법이 시도되었다. Yee 등²⁴⁾은 gutta-percha를 160℃로 가열하여 유동성을 얻은 다음 needle을 통하여 근관내로 주입하는 고온 연화 gutta-percha 주입법을 소개하였다. 이 방법의 폐쇄효과는 Torabinejad 등²⁵⁾의 주사현미경적 검사에서 근관내벽에 대한 적합성이 우수하게 나타났고 Marlin 등²⁶⁾의 임상증례와 방사선학적인 관찰에서 양호한 결과를 보고한 반면, 장과 조²⁷⁾ 및 김과 조²⁸⁾는 기대한 효과를 얻지 못했지만 개선의 가능성은 있다 하였다.

또 Michanowicz와 Czonskowsky²⁹⁾는 비교적 낮은 70℃ 온도에서 gutta-percha를 가열 연화시켜 근관내로 주입하는 저온 연화 gutta-percha 주입법을 소개하였는데, Michanowicz 등³⁰⁾은 근관내벽에 대한 적합성이 우수함을 관찰하였고 Methylene blue를 이용한 색소 침투법에서 장³¹⁾은 측방가압 충전법보다 폐쇄효과가 우수함을 관찰했으나 Greene 등³²⁾은 두 방법간의 폐쇄효과에 유의한 차이가 없었다고 하였다.

최근에 개발된 방법으로, 건전지를 사용하여 열조절되는 spreader가 달린 Endotec³³⁾ (LD Caulk/Dentsply Co., Milford DE, U.S.

A.)을 이용하여, 통상 측방가압 충전법을 시행하는 동안, 가열된 spreader로서 근관내로 도입된 gutta-percha cone을 연화, 개개의 cone을 조밀하고 균일한 덩어리로 합착시켜 근관을 충전하는 새로운 가온 측방가압 근관충전법이 소개되었다.

이 Endotec은 21mm의 소형(#30) 혹은 대형(#45) tip condenser를 부착할 수 있는 재충전가능한 handpiece로 구성된 기구이다. 전원을 공급하면 이 handpiece의 끝으로부터의 16mm가 5초 이내에 170℃의 높은 온도로 계속 유지될 수 있고 전원을 중단하면 단지 2초 이내에 냉각되어 cold spreader로 전환될 수 있으며 어떤 종류의 gutta-percha cone에도 사용할 수 있다. Endotec을 이용한 가온 측방가압법의 근관폐쇄효과를 전래의 측방가압법과 비교했을 때 Kersten³⁴⁾은 우수하게, Luccy 등³⁵⁾은 유사하게 나타났음을 보고하였는데, 광탄성 응력분석 연구³⁶⁾에서는 가온 측방가압법이 통상의 측방가압법보다 응력이 덜 발생하였다. 그리고 Himel과 Cain³⁷⁾은 측지관을 가진 수지모형 근관에서 가열된 gutta-percha를 측방가압하여 측지관으로 효과적으로 밀어 보낼 수 있다고 하였다.

이러한 여러가지 근관충전법의 최종 목표는 근관 내부의 완전한 폐쇄이다. 근단공의 폐쇄는 근관충전의 필수요건이므로 여러가지 근관충전술식의 근관폐쇄효과를 평가하기 위

해서는 근단공에서의 누출 정도를 정확히 측정할 필요가 있으며, 그 방법으로 자기 방사선법³⁸⁻⁴⁰⁾, 방사선 동위원소 누출법⁴¹⁻⁴⁴⁾과 India Ink⁴⁵⁾, Eosin dye⁴⁶⁾, Methylene blue⁴⁷⁻⁵²⁾를 이용한 색소침투법 등이 있다. 그러나 방사선 동위원소 누출법은 방사선 사진의 해상도, 사용된 동위원소의 종류와 농도, 감광제의 종류, 노출 시간 및 현상 과정 등 많은 변수가 있다. 색소침투법에서 Kwan과 Harrington⁴⁵⁾은 India ink가 근관벽에 잘 착상하고 산에 쉽게 용해되지 않아 투명 표본을 제작하기에 좋다 하였으나 Matloff 등⁵¹⁾은 methylene blue 색소가 침투력이 더 우수함을 보고한 바 있다.

근단공 누출 및 색소침투의 측정방법에는 침투한 거리를 직접 재는 정선적 방법과 누출된 색소의 양을 측정하는 정량적 방법이 있다. Douglas와 Zakariasen⁵³⁾은 충전된 근관에서 근단공을 통해 침투한 색소를 질산 용액에 용해시켜 나타나는 색소의 농도를 분광광도계로 측정하여 색소의 질량을 산출하므로써 근단공으로 누출된 색소의 양을 측정하는 정량적 방법으로 근관폐쇄효과를 평가할 수 있었고, Johnson과 Zakariasen⁵⁴⁾은 침투된 색소의 양적 산출이 정확하므로 충전된 근관의 폐쇄효과를 연구하는데 분광광도계 측정의 정확성이 매우 높다 하였다. 그러나 Zakariasen 등⁵⁵⁾이 정선적 측정의 결과는 양적 측정의 결과와 일치하지 않았음을

관찰하여 근단공 누출의 길이의 측정이 바로 양의 측정을 지지해 주는 것은 아니라 하였다.

한편 Timpawat 등⁵⁶⁾, Ishley와 ElDeeb⁵⁷⁾ 및 ElDeeb 등²⁰⁾은 정선적 측정과 정량적 측정의 결과는 상호간에 높은 상관관계가 있다 하였고, LaCombe⁵⁸⁾ 등은 두 측정방법간에 결과는 상이하게 나타났다고 하였으며, 백과조⁵⁹⁾는 각기 다른 가열 성형 gutta-percha 근관충전법들을 정선적 측정과 정량적 측정으로 폐쇄효과를 평가한 바 두 방법간에 미약한 상관관계가 있음을 보았다.

본 연구의 목적은 최근에 고안된 Endotec을 이용한 가온 측방가압 근관충전법으로 충전한 근관에서 methylene blue 색소의 근단공을 통한 누출의 정도를 정선적 및 정량적으로 측정하여 근관폐쇄효과를 평가하는데 있다.

아울러 근단공 색소침투에 대한 정선적 측정과 정량적 측정 상호간의 평가에 의심스러운 바가 많은 상관관계에 대해서도 좀 더 확실한 규명을 얻고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

최근에 발거된 상악중절치 및 측절치와 상하악 견치, 하악 소구치 중 방사선 사진을 촬영하여 type I canal을 보이는 치아 총 140

개를 0.9% 생리식염수에 보관하였다가 실험하기 전에 2.5% NaOCl 용액에 24시간 침잠시킨 후 치석 및 연조직 등의 치근 부착물을 hand scaler로 깨끗이 제거하였으며, 치아 종류별로 고르게 분포되도록 하여 각 35개씩 4개군으로 나눈 뒤 전 치아를 diamond disc로 치아장축에 직각이 되도록 치관부를 절제하여 치근길이가 13mm가 되게 하였다.

근관 형성 기구는 H형의 file(Mani, Matsutani Seisakusho Co., Japan)을, gutta-percha cone은 Sure Endo(Sure Products Ltd., U.S.A.)를, 근관 충전용 sealer로는 Tubliseal(Kerr Co., MI, U.S.A.)을 사용하였다.

실험 방법

#10 file로 근단공까지 근관장을 확보한 뒤 근단공에서 file이 축지되는 순간의 길이로부터 1mm 짧게 작업길이를 결정한 다음 순차적인 크기의 기구를 사용해서 각 치아를 #45 file까지 재래식 방법대로 근관형성을 시행하였다.

기구 조작 사이에는 2.5% NaOCl 용액과 3% H₂O₂ 용액을 교대로 사용해서 근관을 세척하고 형성이 끝난 근관은 #10 file로 근관장을 확인하고 세척한 후 paper point로 근관을 건조시켰다.

근관충전은 그 방법에 따라 제 I 군은 sealer를 사용하고 측방가압 근관충전법으로,

제 II 군은 sealer를 사용하고 가온 측방가압 근관충전법으로, 제 III 군은 sealer를 사용하지 않고 가온 측방가압 근관충전법으로, 그리고 제 IV 군은 sealer를 사용하지 않고 고온 용융 gutta-percha 주입 근관충전법으로 시행하였으며, sealer를 사용하는 제 I 군과 제 II 군은 공히 #25 reamer에 sealer를 묻혀서 근관장의 근단부 1/3 부위까지 삽입해서 반시계 방향으로 회전시켜 근관벽에 얇게 도포되도록 하였다.

제 I 군 측방가압 근관충전법

규격화된 尖형 gutta-percha 제품 중에서 #45 file의 크기에 해당하고 근단부에 잘 적합되는 主尖(Sure Products Ltd., U.S.A.)의 근단부쪽 1/3 부위까지 sealer를 얇게 묻혀 근관내에 삽입하고 근관용 spreader를 主尖을 따라 넣고 근단부 및 측방으로 가압하여 공간을 만든 다음 보조尖(G-C Dental Instrument Corp., Japan)을 삽입하여 더 이상의 추가尖이 들어갈 공간이 없어질 때까지 이 과정을 반복하고, 근관입구 상방 여분의 gutta-percha는 가열된 기구로 잘라 제거하였다.

제 II 군 가온 측방가압 근관충전법(sealer 사용)

규격화된 尖형 gutta-percha 제품 중에서 #45 file의 크기에 해당하고 근단부에 잘

적합되는 主尖(Sure Products Ltd., U.S. A.)의 근단부쪽 1/3 부위까지 sealer를 얇게 묻혀 근관내에 삽입하고 Endotec(LD Caulk /Dentsply Co., Milford DE, U.S.A.)의 spreader를 15초간 가열하면서 근단부 및 측방으로 가압하여 공간을 만든 다음 보조尖(G-C Dental Industrial Corp., Japan)을 삽입해서 15초간 같은 방법으로 4회 반복 실시하여 근관을 충전하였다.

제Ⅲ군 가온 측방가압 근관충전법(sealer 사용하지 않음)

제Ⅱ군의 실험방법에서 sealer를 사용하지 않는다는 것을 제외하고는 같은 방법으로 근관충전을 실시하였다.

제Ⅳ군 고온 용융 gutta-percha 주입 근관 충전법(sealer사용하지 않음)

Gutta-percha를 Obtura(Unitek Co., U.S. A.) 장치내에서 160°C로 가열하여 25 gauge의 silver needle을 근관내의 치근단으로부터 약 4mm 부위에 위치시키고 용융된 gutta-percha를 서서히 사출시켜서 근관 내로 주입한 다음 근관용 plugger로 가볍게 가압하였다. sealer는 사용하지 않았다.

충전된 전 시편을 각 군별로 구분하여 습기가 있는 밀폐된 용기에 넣어서 24시간 실온에 방치시킨 후, 치근단부가 2% methylene blue 용액에 1mm 잠긴 채로 치근들을

수직으로 세워서 37°C 항온기에서 24시간 경과시킨 다음 흐르는 물에 세척하고 100% 습도하에서 24시간 색소를 침착시켰다.

각 치근의 근심면과 원심면에 diamond disc로 치아 장축을 따라 1mm 깊이의 홈을 형성한 다음 예리한 날의 chisel로 치근을 양분시켰으며 절단과정중의 치근파편들은 소실됨 없이 보존하였다.

선상침투는 stereozoom microscope를 사용해서 치근단부로부터 치관쪽으로 침투된 색소의 길이를 측정하였다. 선상측정 후 각 치근의 파절편들을 다시 모아서 각 치근별로 60% 질산용액이 5ml씩 들어있는 시험관에 담구어 용해시켰다.

치질이 완전히 용해된 후 용액속에 남은 gutta-percha나 sealer 덩어리는 건져 내고 색소이외의 불순물을 제거하기 위하여 0.45 μm Greenfilter를 통과시켜 주사 여과하였다.

각 시험관에 60% 질산용액을 첨가, 용량이 10ml가 되게 하여 색소 회석에 관해 용액을 표준화 하였다.

흡광도를 1.0 이하로 하기 위해 증류수로 20배 희석한 후 피펫으로 광세포에 용액을 넣어 분광광도계(Model 34, Beckman Instrument Inc., CA, U.S.A.)에서 흡광도를 측정, 검량선에 의하여 색소의 농도를 산출하였다. 이때 최대 적정 파장은 657nm였다.

얻어진 수치의 통계처리는, 4군간의 평균의 차이를 일원 변량분석법으로 검정하고

Duncan's multiple test로 사후 검정하였다.

성 적

전 시편에서 색소 침투가 나타났고 같은 실험군에서도 상당한 변량이 있었다.

실험한 각 군별 색소침투의 정선적 측정치의 평균은 I 군에서는 $8.33 \pm 3.22\text{mm}$, II 군에서는 $7.48 \pm 2.93\text{mm}$, III 군에서는 $11.46 \pm 2.63\text{mm}$, 그리고 IV 군에서는 $10.66 \pm 2.56\text{mm}$ 로 나타났다(Table 1).

Table 1. Mean dye penetration values for the linear measurement(mm)

Group	N	Mean	SD	Minimum	Maximum
I	35	8.33	3.21	2.25	13.87
II	35	7.48	2.93	1.62	12.93
III	35	11.46	2.63	3.21	13.95
IV	35	10.66	2.56	3.65	13.48

Group I : lateral condensation with sealer.

II : warm lateral condensation with sealer.

III : warm lateral condensation without sealer.

IV : injection-molded thermoplasticized gutta-percha without sealer.

4개 군간의 정선적 측정치를 일원 변량 분석한 결과 유의한 차이를 보였으며($p < 0.05$), II 군은 I 군보다 색소 침투가 적게 나타났으나 통계학적 유의성은 없었다. Dun-

can's multiple range test로 사후검정을 실시한 결과 I 군과 II 군은 III 군 및 IV 군에 비해서 유의성 있게 적은 침투를 보였다($p < 0.05$)(Table 2).

Table 2. Statistical differences between experimental groups by mean dye penetration

Group	II	I	IV	III
II				
I	NS			
IV	*	*		
III	*	*	NS	

* : significantly different by one-way ANOVA($p < 0.05$).

NS : not significant.

각 군별 색소 침투의 정량적 측정치의 평균은 I군에서 $0.47 \pm 0.38 \text{mg}/\ell$, II군에서 $0.39 \pm 0.22 \text{mg}/\ell$, III군에서 $0.57 \pm 0.32 \text{mg}/\ell$, 그리고 IV군에서 $0.56 \pm 0.38 \text{mg}/\ell$ 로 나타났다(Table 3).

Table 3. Mean dye concentration values for volumetric conversion(mg/ℓ)

Group	N	Mean	SD	Minimum	Maximum
I	35	0.47	0.38	0.18	1.84
II	35	0.39	0.22	0.10	1.07
III	35	0.57	0.32	0.13	1.50
IV	35	0.56	0.38	0.11	1.74

II군은 I군보다 색소 침투량이 적었으나 통계학적 유의성은 없는 것으로 나타났다. 정량적 측정치들의 일원변량분석 결과 II군은 III군 및 IV군에 비해 유의성 있게 적은 색소 침투를 보였고($p < 0.05$), 나머지 군들 사이에는 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 4).

Table 4. Statistical differences between experimental groups by mean dye concentration

Group	II	I	IV	III
II				
I	NS			
IV	*	NS		
III	*	NS	NS	

* : significantly different by one-way ANOVA($p < 0.05$).
 NS : not significant.

정선적 측정치와 정량적 측정치의 각 구간 평균값을 비교한 결과 Fig. 1과 같았으며, 두 측정치 사이에는 유의한 상관관계가 있었다($r = 0.4459$, $p < 0.05$)(Fig. 2).

고찰
 측방가압법은 오늘날 임상에서 근관을 폐쇄하는데 가장 널리 사용되는 방법이다. 이

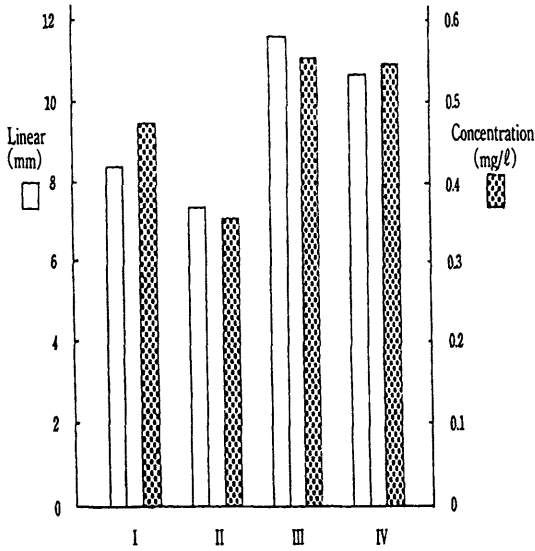


Fig. 1. Mean dye value for the linear measurement(mm) and Volumetric measurement(mg/l).

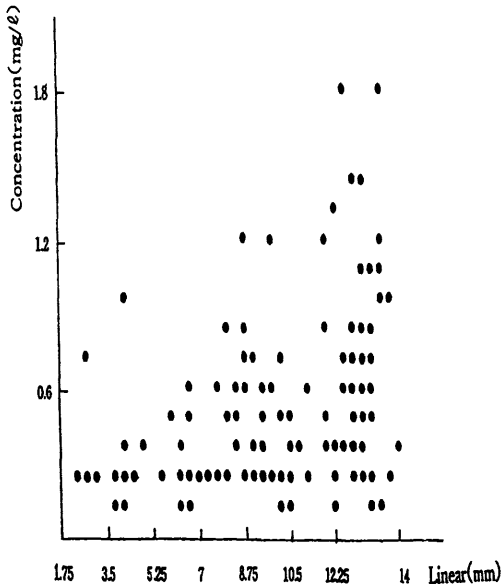


Fig. 2. Plot of concent with linear.

방법의 단점은 충전된 gutta-percha의 균질성이 부족하고 sealer의 불규칙한 뭉치들이

형성될 수 있고 근관벽에 대한 적합성이 부족하다는 점이다.

근관의 폐쇄효과를 높이기 위해서 많은 방법들이 연구되었는 바, gutta-percha를 가열 성형시켜 근관충전하는 방식이 모색되어 왔다. 근래에 가온 측방가압 근관충전에 편리하게 사용할 수 있는 Endotec이 개발되었다.

이는 근관내에서 전기적으로 가열과 냉각을 조절할 수 있는 spreader가 있어 연화된 gutta-percha를 근관내 측벽에 효과적으로 압축시킬 수 있게 고안되었다.

본 실험의 정선적 및 정량적 측정에서, sealer를 사용한 가온 측방가압 근관충전법은 역시 sealer를 사용한 통상 측방가압 근관충전법 보다 색소침투량은 적게 나타났으나 통계학적인 유의성은 없었고, sealer를 사용하지 않은 가온 측방가압 근관충전법 또는 고온용융 gutta-percha 주입 근관충전법 보다는 유의성 있게 침투량이 적게 나타났는데 이는 sealer의 사용이 근관폐쇄효과에 영향을 미치는 주요 변수가 될 수 있다는데 기인하는 것으로 사료된다.

Kersten³⁴⁾은 Endotec을 사용해서 인공 근관을 가온 측방가압법으로 충전했을 때 상당한 누출의 감소가 있음을 보았는데, 그는 측방가압법, 열기계적 압축충전법 및 저온 성형 gutta-percha 주입 충전법과 폐쇄효과를 비교했을 때 가온 측방가압법이 가장 우수

하게 나타났음을 보고하였다.

이는 가온 측방가압법이 통상 측방가압법 또는 용융 gutta-percha 주입 근관충전법보다 근관폐쇄효과가 우수하게 나타났다는 통계학적 증거가 없는 본 연구의 결과와는 상당한 차이가 있는 것 같다.

Luccy 등³⁵⁾은 한 개의 끝은 근관을 가진 발거된 단근치들에서 통상 측방가압법과 Endotec을 이용한 가온 측방가압법으로 각기 충전하고 7일간 India ink에 침지시킨 후 색소 침투를 정선적으로 측정한 결과 두 방법간의 통계학적으로 누출에 유의한 차이를 보이지 않았다 하여 Kersten³⁴⁾의 연구와는 견해를 달리하고 있으나 본 연구에서 두 충전법 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다는 견해와는 일치하고 있다.

형태가 유사한 발거된 단근치를 사용한 본 실험에서 통상 측방가압군과 비교할 때 유의한 차이가 나타나지 않으므로 가온 측방가압법의 폐쇄효과를 비교할 수는 없었지만 정선적 또는 정량적 측정에서 모두 적게 나타난 것은 앞으로 계속 주목할 만하다 하겠다.

측방가압법에서 좋은 충전, 근관폐쇄를 위해서 과도한 힘은 필요치 않다. Hatton 등⁶²⁾은 가압력을 크게 한다고 해서 근단부의 폐쇄양상에 아무런 효과도 나타내지 않는다고 하였으나 충전시 가압의 반복 동작은 치아에 충격을 가하고 치근에 미세한 파절금을 초

래할 수 있어^{60,61)} Martin과 Fischer³⁶⁾는 광탄성 모형을 이용하여 전통적인 측방가압법과 Endotec을 사용한 가온 측방가압법을 시행했을 때 발생하는 응력을 비교하였는데 광탄성 응력 분포선을 관찰한 결과 Endotec을 사용하였을 때 치근에 발생하는 응력은 균일한 응력형태를 나타내어서 측방가압법보다 작은 힘으로 나타나 효과적인 충전조작이 가능할 뿐 아니라 결과적으로 충전중에 치근의 균열이나 파절금이 생길 가능성은 줄어든다.

Harvey 등⁶³⁾은 응력이 전반적으로 잘 분산됨으로써 근관 충전이 향상될 수 있다 하였다. Endotec를 이용한 가온 측방가압 충전법의 미세 누출 연구는 이런 가정하에 수행되어 질 수 있는 것이다.

Himel과 Cain³⁷⁾은 Endotec spreader의 삽입에 따라 인공 측지관으로 들어가는 충전재를 관찰함으로써 통상 측방가압법으로는 충전이 불가능한 부근관 폐쇄의 가능성을 제시하였다.

위 선학들의 연구들을 고찰해 보면 통상 측방가압법의 근관폐쇄효과는 Endotec 장치의 도움으로 향상될 수 있을 것 같다. 적절한 충전을 얻기 위해서는 gutta-percha를 가열 연화시키는 과정이 필요할 것이다.

본 실험에서 가온 측방가압 근관충전법과 고온용융 gutta-percha 주입 근관충전법간에는 정선적, 정량적 모두 누출에 유의한 차

이가 없었고, 둘다 누출이 컸던 것은 sealer를 사용하지 않았기 때문이라 사료되며, 비록 gutta-percha를 연화시켜 유동성을 얻었다 하더라도 효과적인 근관폐쇄를 위해서는 sealer의 사용이 필수적임을 제시하고 있다.

고온용융 gutta-percha 주입 근관충전법의 폐쇄효과는 주사 전자현미경적 관찰에서 근관내벽에 적합성이 우수하였고²⁵⁾, 방사선학적 관찰에서도 양호하였지만²⁶⁾ 색소침투 저지에는 기대에 미치지 못하여^{27,28)} 연구하는 방법에 따라 결과는 다양하게 나타날 수 있으며, 본 실험의 sealer를 사용하지 않은 경우 가온 측방가압법과 폐쇄효과에 차이가 없었던 점에 대한 고찰은 더 필요할 것이다.

지금까지 많은 선학들에 의해 수행되어져 온 근단공 누출에 대한 정선적 측정은 이차원적인 누출양상을 제공하므로, 삼차원적인 누출양상을 얻기 위해서 근단공을 통해 침투한 색소를 질산용액에 되들려서, 색소의 농도를 측정하여 그 질량을 계산해 내는 분광광도계 측정법이 고안되었고⁵³⁾, 근관내 공간으로 침투하는 양을 직접적으로 정확히 측정하는 것이 가능하다 하였다⁵⁴⁾

Zakariassen 등⁵⁵⁾은 근단공을 통한 색소침투의 정선적 측정의 결과와 정량적 측정의 결과가 상이함을 관찰하여 근단공 침투 길이의 측정이 침투된 양을 측정할 만한 지침자가 될 수 없다 하였다.

본 실험에서 sealer를 사용한 경우 가온 측방가압 충전법은 정선적 측정 및 정량적 측정 모두에서 미미하게 통상 측방가압 충전법보다 침투가 적게 나타났으나 통계학적 유의성은 없었고, 정선적 측정에서 I, II군 모두 III, IV군 보다 침투가 적게 나타났으나 정량적 측정에서는 II군이 III, IV군 보다 침투가 적고 나머지 I, III, IV군 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 정선적 측정의 결과와 정량적 측정의 결과는 비교적 유사하고 통계학적으로 유의한 상관관계가 있었다($r=0.4459$, $p<0.05$).

그러나 Timpawat 등⁵⁶⁾, Ishley와 ElDeeb⁵⁷⁾ 및 ElDeeb 등²⁰⁾은 여러가지 충전법을 실험한 각기 다른 군에 methylene blue 색소를 침투시켜 정선적 측정 및 정량적 측정의 결과를 상호 비교하였던 바 두 측정방법의 결과들이 유사하게 나타났으며 두 방법간에 긴밀한 연관성이 있음을 보고하여($r=0.72$, 0.75 , 0.65), Zakariassen 등⁵⁵⁾의 견해와는 다르나, 정선적 측정의 결과와 정량적 측정의 결과 간에 유의한 상관관계가 있었다는 본 실험의 결과와는 상관계수상 다소의 차이는 있지만 유사한 견해를 보여주고 있다.

LaCombe 등⁵⁸⁾은 발거된 치아를 A, B, C 3개군으로 나누어 각기 다른 방법으로 근관 충전하고 정선적 및 정량적 측정으로 그 폐쇄효과를 비교하였던 바, 정선적 측정에서는 A군이 유의하게 적은 누출을 나타내었으나

분광광도계법의 정량적 측정에서는 세 방법 서로간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 근단공을 통한 색소침투 길이의 측정은 근단공 누출의 실제적인 양의 측정 결과와 서로간에 아무런 연관성이 없다 하였다.

이는 정선적 측정법과 정량적 측정법 상호간에 높은 상관관계가 있다는 견해^{20,56,57)}와는 상반되는 견해로서 본 연구의 두 측정법간에 나타난 상관관계와 함께 고찰해 보면 근단공을 통한 색소침투의 정선적 측정은 근단공 누출의 실제적인 양과의 상호관련성이 불명확한 것 같아 두 방법간의 상호관련성에 관하여 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

백과 조⁵⁹⁾는 가열성형 gutta-percha 근관충전법들을 통상 측방가압법과 그 폐쇄효과를 비교하는 방법으로 정선적 측정과 정량적 측정과의 상호관계를 연구하여 두 측정법 사이에는 미약한 상관관계가 있었음($r=0.3391$)을 보고한 바 있다.

이상의 고찰로 보건데 정선적 측정법은 근관폐쇄효과의 연구에 완전한 정보를 제공할 수는 없으며, 근단공 누출의 양적인 측정과 일치하게 나타나지는 않는 것 같으며, 본 실험에서 두 측정법간에 상관관계가 있었지만 낮게 나타난 것은 모든 실험군에서 정선적 및 정량적 측정에서 색소침투가 크게 나타났던 데 기인한 것으로 사료된다.

본 연구의 주 목적은 통상 측방가압법과

가열 gutta-percha의 수방가압법의 두 방법을 조합하여 고안된 가온 측방가압 근관충전법의 폐쇄효과를 평가한 것으로, 근단공을 통한 색소침투의 길이 측정 뿐 아니라 분광광도계법에 의한 양의 측정이 심도있게 병행되어야 할 것으로 사료된다.

아울러 근관폐쇄효과를 평가하는 방법으로서의 정선적 측정법과 정량적 측정법 상호간의 상관관계에 대해서도 더 많은 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

이 연구의 목적은 spreader를 전기적으로 가열, 냉각시킬 수 있는 Endotec을 이용하여 가온 측방가압 근관충전한 근관에서 근단공을 통한 누출의 정도를 정선적 및 정량적으로 측정하여 근관폐쇄효과를 평가하는데 있다.

발거된 단근치 140개를 4개군으로 나누어 45번 file 크기까지 근관형성하고, sealer를 사용한 측방가압법 및 가온 측방가압법, sealer를 사용 않은 가온 측방가압법 및 고온 용융 gutta-percha 주입법으로 근관충전하고 2% methylene blue 용액에 24시간 경과시킨 다음 색소침투 정도를 정선적 및 정량적으로 측정하였다.

Sealer를 사용한 가온 측방가압 충전법은 sealer를 사용한 측방가압법 보다 정선적 및 정량적 측정 모두에서 색소침투는 적게 나

타났으나 통계학적 유의성은 없었다.

Sealer를 사용한 가온 측방가압 충전법은 sealer를 사용 않은 가온 측방가압 충전법 및 고온용융 gutta-percha 주입 충전법 보다 정선적 및 정량적 측정 모두에서 유의성 있게 적은 색소침투를 보였다($p < 0.05$).

가온 측방가압 근관충전법의 근관폐쇄효과가 우수하였다는 증거는 통계학적으로 검증되지 않았다.

정선적 측정치와 정량적 측정치 사이에는 유의한 상관관계가 있었다($r = 0.4459$, $p < 0.05$).

REFERENCES

1. Dow, P.R., and Ingle, J.I. : Isotope determination of root canal failure, *Oral Surg.*, 8 : 1100-1104, 1955.
2. Ingle, J.I., and Taintor, J.F. : *Endodontics.*, 3rd ed., Lea & Febiger, Philadelphia, 1985, pp.26-50.
3. Grossman, L.L., Oliet, S., and Del Rio, C.E. : *Endodontic practice.*, 11th ed., Lea & Febiger, Philadelphia, 1988, pp.242-270.
4. Allen, D.E. : Hermetic sealing of root canals, value in successful endodontia, *Dent. Radiogr. Photogr.*, 37 : 85-90, 1964.
5. Gutierrez, J.H., and Garcia, J. : Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals, *Oral Surg.*, 25 : 108-116, 1968.
6. Haga, C.S. : Microscopic measurement of root canal preparations following instrumentation, *J. Br. Endod. Soc.*, 2 : 41-46, 1968.
7. Davis, S.R., Brayton, S.M., and Goldman, M. : The morphology of the prepared root canal : A study utilizing injectable silicone, *Oral Surg.*, 34 : 642-648, 1972.
8. O'Connell, D.T., and Brayton, S.M. : Evaluation of root canal preparation with two automated endodontic hand-piece, *Oral Surg.*, 39 : 298-303, 1975.
9. McComb, D., and Smith, D.C. : A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures, *J. Endo.*, 1 : 238-242, 1975.
10. Jungmann, C.L., Uchin, R.A., and Bucher, J.F. : The effect of instrumentation on the shape of the root canal, *J. Endo.*, 1 : 66-69, 1975.
11. Weine, F.S., Kelly, R.F., and Lio, P. J. : The effect of preparation on original canal shape and on apical foramen shape,

- J. Endo., 1 : 255-262, 1975.
12. Brayton, S.M., Davis, S.R., and Goldman, M. : Gutta-percha root canal fillings, Oral Surg., 35 : 226-231, 1973.
 13. Wollard, R.R., Brough, S.O., Maggio, J., and Seltzer, S. : Scanning electron microscopic examination of root canal filling materials, J. Endo., 2 : 98-110, 1976.
 14. Schilder, H. : Filling root canals in three dimensions, Dent. Clin. North Am., 11 : 723-744, 1967.
 15. Marlin, J., and Schilder, H. : Physical properties of gutta-percha when subjected to heat and vertical condensation, Oral Surg., 36 : 872-879, 1973.
 16. Larder, T.C., Prescott, A.J., and Brayton, S.M. : Gutta-percha : a comparative study of three methods of obturation. J. Endo., 2 : 289-294, 1976.
 17. Wong, M., Peters, D.D., and Lorton, L. : Comparison of gutta-percha filling techniques, compaction(mechanical), vertical(warm) and lateral condensation techniques. Part 1. J. Endo., 7 : 551-558, 1981.
 18. Lugasy, A.A., and Yee, F. : Root canal obturation with gutta-percha : a scanning electron microscope comparison of vertical compaction and automated thermatic condensation, J. Endo., 8 : 120-125, 1982.
 19. Brothman, P. : A comparative study of the vertical and the lateral condensation of gutta-percha, J. Endo., 7 : 27-30, 1981.
 20. ElDeeb, M.E., Zucker, K.J., and Messer, H. : Apical leakage in relation to radiographic density of gutta-percha using different obturation techniques, J. Endo., 11 : 25-29, 1985.
 21. Rhome, B.H., Solomon, E.A., and Rabinowitz, J.L. : Isotopic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron, J. Endo., 7 : 458-461, 1981.
 22. Benner, M.D., Peters, D.D., Grower, M., and Bernier, W.E. : Evaluation of a new thermoplastic gutta-percha obturation technique using ⁴⁵CA, J. Endo., 7 : 500-508, 1981.
 23. Director, R.C., Rabinowitz, J.L., and Milne, R.S. : The short term sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron using ¹⁴C human serum albumin, J. Endo., 8 : 149-151, 1982.
 24. Yee, F.S., Marlin, J., Krakow, A.A.,

- and Gron, P. : Three dimensional obturation of the root canal using injection-molded thermoplasticized dental gutta-percha, *J. Endo.*, 3 : 168-174, 1977.
25. Torabinejad, M., Skobe, Z., Trombly, P. L., Krakow, A.A., Gron, P., and Marlin, J. : Scanning electron microscopic study of root canal obturation using thermoplasticized gutta-percha, *J. Endo.*, 4 : 245-250, 1978.
26. Marlin, J., Krakow, A.A., Desilets, R. P. Jr., and Gron, P. : Clinical use of injection-molded thermoplasticized gutta-percha for obturation of the root canal system. : A preliminary report. *J. Endo.*, 7 : 277-281, 1981.
27. 장상건 · 조규증 : 용융 Gutta-percha 주입 근관충전법의 근관폐쇄 효과, 경북치대 논문집, 7(1) : 121-133, 1990.
28. 김태완 · 조규증 : 분광광도계 측정법에 의한 가열성형 근관충전법의 폐쇄효과 비교, 경북치대 논문집, 8(2) : 93-106, 1991.
29. Michanowicz, A., and Czonstkowsky, M. : Sealing properties of an injection-thermoplasticized low-temperature(70°C) gutta-percha : a preliminary study, *J. Endod.*, 10 : 563-566, 1984.
30. Michanowicz, A.E., Czonstkowsky, M., and Piesco, N.P. : Low-temperature(70°C) injection gutta-percha : A scanning electron microscopic investigation, *J. Endo.*, 12 : 64-67, 1986.
31. 장요한 : 저온용융 Gutta-percha 주입 근관충전법의 근관폐쇄 효과, 경북치대 논문집, 6(2) : 203-217, 1989.
32. Greene, H.A., Wong, M., and Ingram III, T.A. : Comparison of the sealing ability of four obturation techniques, *J. Endod.*, 16 : 423-428, 1990.
33. Endotec thermal endodontic condenser system. The warm lateral condensation technique clinical manual. L.D. Caulk Division, Dentsply International Inc. Milford, DE, 1986.
34. Kersten, H.W. : Evaluation of three thermoplasticized gutta-percha techniques using a leakage model in vitro. *Intn. Endo. J.*, 21 : 353-360, 1988.
35. Luccy, C.T., Weller, R.N., and Kulild, J.C. : An evaluation of the apical seal produced by lateral and warm lateral condensation techniques. *J. Endo.*, 16 : 170-172, 1990.
36. Martin, H., and Fischer, E. : Photoelastic stress comparison of warm(Endotec) versus cold lateral condensation techniques. *Oral Surg.*, 70 : 325-327, 1990.

37. Himel, V.T., and Cain, C.W. : An evaluation of the number of condenser insertions needed with warm lateral condensation of gutta-percha, *J. Endo.*, 19 : 79-82, 1993.
38. Nathanson, B., Opderbeck, W.R., Wechsler, S.M., and Shovlin, F.E. : Autoradiographic evaluation of the apical seal obtained with Silasti and Grossman's sealant under in vitro conditions, *J. Endo.*, 6 : 861-866, 1980.
39. Chaisrisookumporn, S., and Rabino- witz, J.I. : Evaluation of ionic leakage of lateral condensation and McSpadden methods by autoradiography, *J. Endo.*, 8 : 493-496, 1982.
40. Shiveley, J., AIReader., Beck, F.M., Melfi, F., and Meyers, W. : An in vitro autoradiography study comparing the apical seal of uncatalyzed dycal to Gross- man's sealer, *J. Endo.*, 11 : 62-66, 19 85.
41. Kapsimalis, P., and Evans, R. : Sealing properties of endodontic filling materials using radioactive polar and non-polar iso- topes, *oral Surg.*, 22 : 386-393, 1966.
42. Harris, G.Z., Dickey, D.J., Lemon, R.R., and Luebke, R.G. : Apical seal : McSpadden vs lateral condensation, *J. Endo.*, 8 : 273-276, 1982.
43. Czonstkowsky, M., Michanowicz, A., and Vazquez, J. A. : Evaluation of injec- tion of thermoplasticized low-tempera- ture gutta-percha using radioactive iso- topes, *J. Endo.*, 11 : 71-74, 1985.
44. Fuss, Z., Rickoff, B.D., Santos-Mazza, L., Wikarczuk, M., and Leon, S.A. : Comparative sealing quality of gutta- percha following the use of the McSpad- den Compactor and the engine plugger, *J. Endo.*, 11 : 117-121, 1985.
45. Kwan, E.D., and Harrington, G.W. : The effect of immediate post preparation on apical seal, *J. Endo.*, 7 : 325-329, 1981.
46. Kerekes, K., and Rowe, A.H.R. : Thermomechanical compaction of gutta- percha root filling, *Intn. Endo. J.*, 15 : 27-35, 1982.
47. Fogel, B.B. : A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces, *Oral Surg.*, 43 : 284-299, 1977.
48. Russin, T.P., Zardiackas, L.D., Rea- der, A., and Menke, R.A. : Apical seals obtained with laterally condensed, chloroformsoftened gutta-percha and la- terally condensed gutta-percha and Gros- man's sealer, *J. Endo.*, 6 : 678-682,

- 1980.
49. AlRafei, S.R., Sayegh, F.S., and Wright, G. : Sealing ability of a new root canal filling material, *J. Endo.*, 8 : 152-153, 1982.
 50. Spradling, P.M., and Senia, E.S. : The relative sealing ability of paste-type filling materials, *J. Endod.*, 8 : 543-549, 1982.
 51. Matloff, I.R., Jensen, J.R., Singer, L., and Tabibi, A. : A comparison of methods used in root canal sealability studies, *Oral Surg.*, 53 : 203-208, 1982.
 52. Krell, K.V., and madison, S. : Comparison of apical leakage in teeth obturated with a calcium phosphate cement or Grossman's cement using lateral condensation, *J. Endo.*, 11 : 336-339, 1985.
 53. Douglas, W.H., and Zakariasen, K.L. : Volumetric assessment of apical leakage utilizing a spectrophotometric dye recovery method. (Abstr. 512), *J. Dent. Res.*, 60(special issue A) : 438, 1981.
 54. Johnson, W.T., and Zakariasen, K.L. : Spectrophotometric analysis of microleakage in the fine curved canals found in the mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg.*, 56 : 305-309, 1983.
 55. Zakariasen, K.L., Douglas, W.H., and Stadem, P. : Comparison of volumetric and linear measurement of root canal leakage, *J. Dent. Res.*, (spec. iss. A) 60 : 627, Abstr. No. 1273, 1981.
 56. Timpawat, S., Jensen, J., Feigal, R. J., and Messer, H.H. : An in vitro study of the comparative effectiveness of obturating curved root canals with gutta-percha cones, silver cones, and stainless steel files, *Oral Surg.*, 55 : 180-185, 1983.
 57. Ishley, D.J., and ElDeeb, M.E. : An in vitro assessment of the quality of apical seal of thermomechanically obturated canals with and without sealer, *J. Endo.*, 9 : 242-245, 1983.
 58. LaCombe, J.S., Campbell A.D., Hicks M.L., and Pelleu, G.B. : A comparison of the apical seal produced by two thermoplasticized injectable gutta-percha techniques, *J. Endod.*, 14 : 445-450, 1988.
 59. 백승래 · 조규중 : 근관충전의 폐쇄효과 평가에서 색소침투의 정선적 및 정량적 측정의 상호관계, *대한보존학회지.*, 17 : 343-354, 1992.
 60. Meister, F., Tennyson, L., and Gerstein, H. : Diagnosis and possible causes

- of vertical root fractures. *Oral Surg.*, 49 : 243-53, 1980.
61. Pitts. D., Matheny, H., and Nicholls, J. : An in vitro study of spreader loads required to cause vertical root fracture during lateral condensation. *J Endo.*, 9 : 554-50, 1983.
62. Hatton, J., Ferrillo, P., Wagner, P., and Stewart, G. : The effect of condensation pressure on the apical seal. *J Endo.*, 14 : 305-8, 1988.
63. Harvey, T., White, J., and Leeb, J. : Lateral condensation stress and root canals. *J Endo.*, 7 : 151-5, 1981.

THE CANAL SEALING EFFECT OF WARM LATERAL CONDENSATION OF GUTTA-PERCHA*

Yong-Duk Kim, D. D. S., M. S. D., Kyeu-Zeung Cho, D. D. S., M. S. D., Ph. D.
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyungpook National University

The purpose of this study was to evaluate the sealing effect of warm lateral condensation technique by Endotec spreader, comparing with other canal filling techniques. One hundred and forty extracted human teeth with single canal were instrumented and randomly divided into four groups according to canal filling techniques including lateral condensation with sealer, warm lateral condensation with sealer, warm lateral condensation without sealer, and injection-molded thermoplasticized gutta-percha without sealer. Obturated canals were exposed to 2% methylene blue solution at 37°C for 24 hours and measurement of the degree of microleakage was done linearly and volumetrically with stereozoom microscope and UV-spectrophotometer respectively.

The results were as follows ;

When sealer was used, the canals obturated by warm lateral condensation showed less leakage linearly and volumetrically than the canals obturated by standard lateral condensation with no statistically significant difference.

The obturated canals by warm lateral condensation with sealer showed less leakage linearly and volumetrically than the canals obturated by warm lateral condensation without sealer and by injection-molded thermoplasticized gutta-percha without sealer with statistical significance($p < 0.05$).

No statistical difference revealed that the group filled with the use of the Endotec had significantly less leakage than any of the other groups.

There was a significant correlation between the linear measurement and volumetric measurement($r = 0.4459$, $p < 0.05$).