

## 근관충전의 폐쇄효과 평가에서 색소침투의 정성적 및 정량적 측정의 상호관계

경북대학교 치과대학 치과보존학교실

백승래 · 조규증

### I. 서 론

근관치료는 근관의 피사조직 제거, 형성과 소독 및 충전물 통해 이루어지며, 완전한 근관충전은 근단부의 상아-백아 경계의 근단공으로부터 근관구까지의 공간을 불활성의 재료로써 공간없이 조밀하게 밀폐하여 근단공을 통한 누출을 방지하는 것이다. 따라서 효과적으로 잘 적합된 근관충전이 얻어지지 않으면 치료의 다른 단계가 잘 되었다 하더라도 예후는 불량하게 될 수 있다.

Ingle과 Taintor<sup>1)</sup>는 근관치료의 실패예들 중 거의 60%가 근관의 불완전한 충전에 기인한다 하였고, Allen<sup>2)</sup>은 자신에게 의뢰되어온 100 증례의 근관치료 실패예들을 방사선사진으로 조사하여 실패한 증례들의 90%가 불완전한 충전에 원인이 있었다고 보고한 바 있다.

효과적인 근관폐쇄를 위한 여러가지 종류의 재료와 방법들이 근관충전의 술식에 사용되고 있는데 가장 흔히 사용되는 방법중의 하나가 규격화된 gutta-percha cone과 보조 cone을 이용하는 측방가압근관충전법으로서, 새로 개발되는 근관충전법의 근관폐쇄 효과에 대한 평가는 대체로 이 측방가압근관충전법과 비교함으로써 수행되는 경우가 많았다.

근관개는 해부학적 형태상으로 흔히 작은 측방관을 가지며 근관내벽이 심히 불규칙하고 다공성이며 많은 구와 열을 가지고 있어, 이의 효과적인 폐쇄를 위해서 gutta-percha를 가열성형시켜 충전하는 방법들이 시도되고 있다.

Yee등<sup>3)</sup>은 gutta-percha를 160°C로 가열하여 유동성을 얻은 다음 needle을 통해 근관내로 주입하는 고온용융 gutta-percha주입근관충전법을 소개하였는

데, 근관내벽에 대한 우수한 적합성과<sup>4)</sup> 임상중례 및 방사선학적으로 양호한 소견을 나타내었고<sup>5)</sup>, gutta-percha주입을 위한 간편한 장치로 개발된 Obtura (Unitek, CO., CA, U.S.A)를 사용한 고온용융 gutta-percha주입근관충전법의 근관폐쇄효과는 비교적 양호하게 나타났으나<sup>6-10)</sup>, 장과 조<sup>11)</sup> 및 김과 조<sup>12)</sup>는 다소 다른 견해를 나타낸 바 있다.

최근에 Michanowicz와 Czonstkowski<sup>13)</sup>는 70°C의 비교적 낮은 온도에서 gutta-percha를 가온성형시켜 근관내로 주입하는 저온연화 gutta-percha주입근관충전법을 소개하였고, 그 기계적 장치로서 Ultrafil (Hygenic Co., OH, U.S.A)이 개발되었는데, 색소침투법 및 방사성 동위원소 누출측정에서 측방가압근관충전법과 유사한 폐쇄효과를 얻었고<sup>13,14)</sup>, 주사전자현미경 검사에서는 근관내벽에 대한 적합성이 우수한 것으로 나타났다<sup>15)</sup>.

Methylene blue 색소침투법에서 장<sup>16)</sup>은 저온연화 gutta-percha주입근관충전법이 측방가압근관충전법보다 근관폐쇄효과가 우수하였음을 관찰하였으나, Greene등<sup>17)</sup>은 두 방법간의 폐쇄효과는 통계학적인 유의한 차이가 없었다고 보고함으로써 연구자에 따라 결과가 다르게 나타났다.

1978년 Johnson<sup>18)</sup>은 근관형성에 사용된 마지막 file과 같은 크기의 stainless steel file에  $\alpha$ -상 gutta-percha를 피복해서, 열을 가하여 연화되었을 때 근관내 작업장까지 삽입충전하는 방법을 소개하였는데, 이 방법을 개선해서 Thermafil endodontic obturator (Tulsa Dental Products, OK, U.S.A)가 개발되었다.

이 방법은 주침의 적합과정이 필요없고 시술이 비교적 신속하고 간편한데, Beatty등<sup>19)</sup>은 methylene

blue 색소침투법에서 Thermafil근관충전법이 측방 가압근관충전법 및 Ultrafil근관충전법보다 색소침투가 더 적게 나타났음을 관찰하였고, Baker와 Oguntebi<sup>20)</sup> Thermafil근관충전법과 측방가압근관충전법 간에는 폐쇄효과에 유의한 차이가 없었다 하였고, Lares와 EIDeeb<sup>21)</sup>는 India ink 색소침투법에서 Thermafil방법으로 충전된 견치가 측방가압근관충전법으로 충전된 경우보다 누출이 더 심하였음을 보고 하여, 동일한 충전방법도 연구하는 학자, 실험에 쓰이는 치아 및 평가방법에 따라 폐쇄효과의 결과가 상이하게 나타났다.

근관치료의 궁극적 목표는 근관내부 공간의 완전한 폐쇄에 있고, 이를 위해서 여러가지 근관충전술식들이 개발되고 있는 바, 임상에 적절히 사용하기 위해서는 그 술식들의 근관폐쇄효과를 근단공누출의 정도를 통하여 정확히 평가할 필요가 있으며, 이에선 방사성 동위원소 누출법<sup>22-31)</sup>과 India ink<sup>32)</sup>, eosin dye<sup>23)</sup>나 methylene blue<sup>34-39)</sup>를 이용하는 색소침투법 등 다양한 방법들이 사용되어져 왔다.

초기에 Dow와 Ingle<sup>22)</sup>이 충전된 근관에서의 미세 누출을 알아보기 위해서 방사성 동위원소(<sup>131</sup>I)를 사용한 이래 많은 학자들이 이 방법을 통해서 근관 폐쇄효과를 연구하였다.

그러나 방사성 동위원소법에서, 미세누출의 측정 은 방사성사진의 해상도에 의존하는 간접적인 측정 방법이라 할 수 있고, 사용되는 동위원소의 종류와 농도, 감광유계의 종류와 노출시간 및 현상과정 등 많은 변수요인들이 측정에 관여되는 단점이 있다.

광학현미경과 주사전자현미경 및 방사성 사진등을 사용하는 다른 연구들<sup>40-46)</sup>도 근관충전에 사용된 재료들의 균질성, 밀도 및 적합도에 관련된 서술적인 질적 정보는 제공해 주지만 양적인 정보를 얻을 수 없어 누출에 대한 직접적인 분석이 이루어질 수 없다.

Matloff등<sup>38)</sup>은 근단공 미세누출을 측정하는데 있어 methylene blue 색소가 방사성 동위원소 추적자보다 근관벽과 충전물 사이의 간격으로 잘 침투에 들어갈 수 있는 우수한 추적자로 제시하였다.

이 색소침투 방법은 근관의 미세누출을 직접적으로 정선적인 측정을 할 수 있게 해 주지만 큰 단점이 존재하는데, 즉 얻어진 정선적 측정은 삼차원적인 누출양상을 이차원적인 묘사만으로 제공하기 때문에

누출된 색소의 양을 측정하는 것은 불가능하다.

충전된 근관에서 근단공을 통한 색소침투의 정도를 정량적으로 측정할 수 있는 분광광도계측법이 고안 되었는데, Douglas와 Zakariasen<sup>47)</sup>이 근관내로 침투한 색소를 질산용액내에 희박시켜 나타나는 색소의 농도를 분광광도계를 측정하여 색소의 질량을 산출 함으로서 근관내 공간으로 침투한 색소의 실제적인 양을 측정하는 것이 가능하다 하였고, Johnson과 Zakariasen<sup>48)</sup>은 분광광도계 계측치는 이미 알고 있는 색소의 농도에 정비례하므로 산출이 정확하며, 근관의 충전방법에 따른 폐쇄효과를 연구하는데 정확성이 매우 높다 하였다.

충전된 근관의 폐쇄효과를 평가하기 위해 색소침투의 정선적 측정법이 많은 선행들에 의해서 사용되었다. 색소회복분광광도계법에 의한 양적인 측정의 결과가 정선적인 측정의 결과와 서로 같은지, 유사한지 또는 상호간에 상관관계가 있으나, 없느냐를 결정하는 것은 근단공 누출의 평가에 매우 의의가 있을 것으로 사료된다.

Zakariasen등<sup>49)</sup>이 근단공누출의 정선적 측정은 누출의 양을 나타내는 부적당하다고 한 반면, Timpat등<sup>50)</sup>, Ishley와 EIDeeb<sup>51)</sup> 및 EIDeeb등<sup>52)</sup>은 정선적인 측정과 정량적인 측정의 상호간에 높은 상관관계가 있다 하였고, LaCombe등<sup>53)</sup>은 누출의 정선적 측정과 분광광도계에 의한 색소의 측정결과와는 현저히 달랐음을 관찰하였다.

이와같이, 여러가지 방법으로 충전된 근관의 폐쇄효과를 측정하거나 비교하는 많은 선행들의 연구를 보건데, 연구하는 학자마다 그리고 평가하는 방법에 따라 결과는 다양하고 일정한 견해가 수립되어 있지 않다.

효과적인 근관폐쇄를 위한 적절한 재료와 방법을 결정하는데 유용하고 신뢰성 있는 정확한 평가방법을 모색하는 것이 중요하다.

이 연구의 목적은, sealer를 사용한 측방가압근관 충전법, 저온연화 gutta-percha 주입근관충전법 및 Thermafil근관충전법과 sealer를 사용하지 않고 고온용 gutta-percha주입근관충전법으로 충전된 각 근관에서 근단공을 통해서 침투한 색소의 정도를 정선적 및 정량적으로 측정하여 각 충전법간의 폐쇄효과를 비교하여 정선적 측정법과 정량적 측정법간의 상호관계를 구명하는데 있다.

근관폐쇄효과를 알아보기 위해 충전된 근관에 색소를 침투시킬 경우 근관충전후 색소침투정도가 처음 10일간은 크게 증가하고, 11~14일간에 가장 많이 색소침투를 충분히 허용한 다음 그 정도를 관찰하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 실험재료

최근에 발진된 상악중절치 및 측절치와 상하악견치 108개를 0.9% 생리적 식염수에 보관하였다가 실험하기 전에 2.5% NaOCl용액에 24시간 침잠시킨후 치석 및 연조직등의 치근부착물을 Ultrasonic scaler로 깨끗이 제거하고 치아종류별로 고르게 분포되도록 하여 제 I, II 및 III군은 각 30개씩, 제IV군은 18개의 4개군으로 나누었다.

전 치아를 separating disc로 치아장축에 직각이 되도록해서 치관부를 절제하여, 남은 치근 길이는 13~15mm가 되게 하였다.

근관형성기구는 H형의 file(Mani, Matsutani Seisakusho Co., Japan)을 적용하는 sealer는 Tubli-seal® (Kerr Co., MI, U.S.A)을 사용하였다.

### 실험방법

#10 file로 근단공까지 근관장을 확보하고 근단공에서 file의 끝이 보이는 순간의 길이로부터 0.5mm 짧게 작업길이를 결정한 다음 순차적인 크기의 기구를 사용해서 상악중절치와 상하악견치는 #50 file까지 상악측절치는 #40 file까지 재래식방법대로 근관형성을 시행하였다.

기구조작과 조작사이에는 2.5% NaOCl용액과 3% 과산화수소수를 교대로 사용해서 근관을 세척하고 형성이 끝난 근관은 #10 file로 근관장을 확인하고 세척한 후 paper point로써 근관을 건조시켰다.

근관충전은 그 방법에 따라 제 I 군은 sealer를 사용하고 측방가압근관충전법으로, 제II 군은 sealer를 사용하고 저온연화 gutta-percha주입근관충전법으로, 제III 군은 sealer를 사용하고 Thermafil근관충전법으로, 그리고 제IV 군은 sealer를 사용하지 않고 고온용융 gutta-percha주입근관충전법으로 시행하였으며 sealer를 사용하지 않는 제IV 군 이외의 각 실험군은 공히 #25 reamer에 sealer를 묻혀서 근관

장의 근단부 1/3까지 삽입해서 반시계 방향으로 회전시켜 근관벽에 얇게 도포하였다.

### 제 I 군 측방가압근관충전법

규격화된 소형 gutta-percha제품에서 최종 사용한 file의 크기에 해당하고 근단부에 잘 적합되는 主尖(Sure Products Ltd., U.S.A)의 근단부쪽 절반부에 sealer를 얇게 묻혀 근관내에 삽입하고 근관용 spreader를 主尖을 따라 넣고 근단부 및 측방으로 가압하여 공간을 만든 다음 보조尖(G-C Dental Industrial Corp., Japan)을 삽입해서 더 이상의 추가尖이 들어갈 공간이 없어질때까지 이 과정을 반복하고 근관입구 상방 여분의 gutta-percha는 가열된 기구로 잘라 제거하였다.

### 제II 군 저온연화 gutta-percha 주입근관충전법

Ultrafil(HYgenic Co., OH, U.S.A)장치에서 70°C에서 미리 가열된 기기내에 gutta-percha가 든 canule을 15분간 존치한 후 사출기에 장착시킨 다음, 22-gauge의 needle 끝을 치근단으로부터 6mm 떨어진 위치에 정치시키고 연화된 gutta-percha를 서서히 사출시켜 근관내로 주입충전하였다.

### 제III 군 Thermafil근관충전법

근관형성에 최종 사용한 file의 크기에 상응하는 Thermafil(Tulsa Dental Products, OK, U.S.A)을 선택해서 알콜램프의 불꽃위에서 2~3초간 고르게 가열시켜서 표면이 광택이 나고 끈적끈적해지면서 약간 팽창이 시작되려할때 근관내로 삽입해서 근단쪽으로 압력을 가해서 밀어 넣고 실온에서 그대로 경화시켰다.

### 제IV 군 고온용융 gutta-percha주입근관충전법

Gutta-percha를 Obtura(Unitek Co., CA., U.S.A)장치내에서 160°C로 가열하여 25-gauge의 silver needle을 근관내의 치근단으로부터 약 4mm부위에 위치시키고 용융된 gutta-percha를 서서히 사출시켜 근관내로 주입하고 근관용 plugger로 가볍게 가압하였다. Sealer를 사용하지 않았다.

충전된 전 시편을 각 군별로 구분하여 습기가 있는 밀폐된 용기에 넣어서 24시간 실온에 방치한 후, sticky wax판에 구멍을 다수 뚫은 다음, 이 구멍을 통

해서 치근들을 수직으로 세워서, 치근단부가 2% methylene blue 용액에 1mm 잠긴채로 37°C 항온기에서 10일간 경과시킨 다음 건져서 흐르는 물에 세척하고 100% 습도하에서 24시간 경과시켜 색소를 정착시켰다.

각 치근의 근심면과 원심면에 diamond disc로 치아장축에 따라 1mm 깊이의溝를 형성한 다음 예리한 날의 chisel로 치근을 양분시켰으며, 장축절단과정에서의 모든 치근파편들은 소실됨이 없이 보존하였다.

선상침투는 stereozoom microscope를 사용해서 색소침투가 더 길게 나타난 절편에서 근단부로부터 치관쪽으로 침투된 색소의 길이를 측정하였다.

선상측정 후 치근마다 파절편들을 다시 모아서 각 치근별로 60% 질산용액이 5ml씩 들어있는 시험관에 담가 용해시켰다.

치질이 완전히 용해되고 나면 용액속에 남은 gutta-percha나 sealer덩이를 꼬집어 내고 색소이외의 불순물을 제거하기 위하여 0.45 $\mu$ m membrane file를 통과시켜 주사여과하였다.

각 시험관에 60% 질산용액을 첨가, 용량이 10ml가 되게 하였는데 이는 모든 시편의 용량을 10ml로 균일하게 해서 색소회색에 관해 용액을 표준화하는 과정이다.

흡광도 1.0이하의 측정치에서만 정량측정이 가능하기 때문에 증류수를 가하여 20배 희석을 한 후 피펫으로 광세포에 용액을 넣어 분광광도계(Beckman Instruments Inc., CA. U.S.A. Model 34, double beam spectrophotometer)에서 흡광도를 측정, 검량선에 의해 색소의 농도를 산출하였다.

얻어진 수치의 통계처리는, 4군간의 평균의 차이는 일원변량분석법으로 검정하고 Duncan's multiple range test로 사후 검정하였다.

### III. 성 적

전 시편에서 색소침투는 나타났고 같은 실험군에서도 상당한 변량이 있었다.

실험한 각 군별 색소침투의 정선적 측정치의 평균이 I군에서는 9.92 $\pm$ 2.55mm, II군에서는 6.06 $\pm$ 3.11mm, III군에서는 8.72 $\pm$ 3.54mm, 그리고 IV군에서는 11.05 $\pm$ 2.04mm로 나타났다(Table 1).

4개의 군간의 정선적 측정치를 일원변량분석한 결과 유의한 차이를 보였으며 ( $P<0.05$ ), Duncan's multiple range test로 사후검정을 실시한 결과 II군은 III, I 및 IV군보다 유의성 있게 적은 침투를 보였고 III군은 IV군에 비해서 유의성 있게 적은 침투를 보였다( $P<0.05$ ) (Table 2).

각 군별 색소침투의 정량적 측정치의 평균은 I군에서 22.17 $\pm$ 14.60mg/l, II군에서 14.08 $\pm$ 9.52mg/l, III군에서 21.30 $\pm$ 10.98mg/l, 그리고 IV군에서 41.50 $\pm$ 24.04mg/l로 나타났다(Table 3).

분광광도계법에 의한 정량적 측정치들의 일원변량분석 결과 4개군간에는 유의한 차이를 나타내었고 ( $P<0.05$ ), 각 군의 평균들간의 차이를 사후 검정한 결과 II군은 I군 및 IV군보다 유의성 있게 적은 침투량을 보였으며( $P<0.05$ ), III군은 IV군보다 그리고 I군은 IV군보다 유의성 있게 침투량을 보였다( $P<0.05$ ) (Table 4).

정선적 측정치와 정량적 측정치 사이에는 유의한 상관관계가 있었다( $r=0.3391$ ,  $P<0.001$ )(Fig. 1).

### IV. 고 찰

충전된 근관의 폐쇄효과를 평가하기 위해서 근단공을 통하여 근관을 따라 침투한 색소의 거리를 정선적으로 측정하는 방법과 근관내로 침투한 색소를 질산용액에 희박시켜 분광광도계법으로 실제적인 누출의 양을 측정하는 정량적 측정법간의 상호관계를 구명하는데 이 연구의 목적이 있다.

Zakariasen등<sup>49)</sup>은 80개의 단근치를 20개씩 4개군으로 나누어 A, B, C 및 D의 각기 다른 방법으로 근관충전하고 methylene blue 색소에 노출 후 다음과 같이 근단공누출에 대한 평균길기와 양의 측정치를 얻었다.

A(7.65mm, .024ml), B(5.60mm, .022ml), C(11.20mm, .087ml), D(12.10mm, .058ml).

두 가지 측정에 대한 ANOVA는 0.001 수준에서 유의하고 Duncan's multiple range test를 사용해서, C 방법과 D 방법 사이에서 길이의 측정은 유의한 차이가 없었으나 양의 측정은 차이를 보여 주었고, A 방법과 B 방법 사이에서는 길이의 측정은 차이가 있었지만 양의 측정은 차이가 없었음을 관찰하여 근단공 누출의 길이의 측정이 누출되는 양의 측정의 만족할만한 지침자가 될 수 없다 하였다.

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

Group	N	Mean	SD	Minimum	Maximum
I	30	9.92	2.55	4.09	13.20
II	30	6.06	3.11	1.75	13.04
III	30	8.72	3.54	2.13	12.94
IV	18	11.05	2.04	5.46	13.30

Group I : lateral condensation with sealer.  
 II : thermoplasticized low-temperature(70°C) gutta-percha with sealer.  
 III : thermafil endodontic obturation with sealer.  
 IV : injection-molded thermoplasticized gutta-percha without sealer.

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

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

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

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

Group	N	Mean	SD	Minimum	Maximum
I	30	22.17	14.60	3.42	68.19
II	30	14.08	9.52	1.92	40.78
III	30	21.30	10.98	0.43	47.26
IV	18	41.50	24.04	5.41	82.14

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

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

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

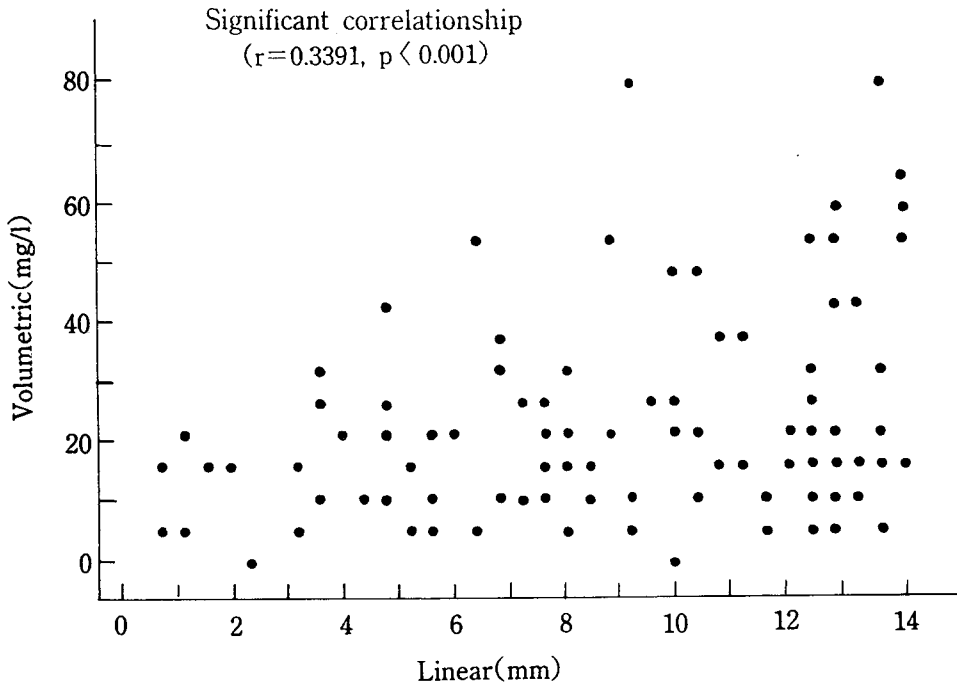


Fig. 1. Scatter diagram of linear measurement vs. volumetric measurement.

그러나 Timpawat등<sup>50)</sup>은 약간 굵은 근관과 심히 굵은 근관에서 gutta-percha cone, silver cone 및 stainless steel file로 각각 충전해서 methylene blue 색소 침투를 정선적 및 정량적으로 측정하여 각 실험군들의 폐쇄효과를 상호 비교했을 때 두 측정방법의 평가에서 유사한 결과를 얻어 두 방법간에 높은 상관관계( $r=0.72, P<0.001$ )가 있음을 보고 하였고, Ishley와 EIDeeb<sup>51)</sup>은 상악중절치와 전치에 각각 세가지 방법으로 근단공누출을 평가했을 때, 정선적 측정에서 얻어진 결과나 정량적 측정에서 얻어진 결과들이 유사하며, 두 측정법간에 긴밀한 연관성( $r=0.75, P<0.001$ )이 있음을 관찰하였다.

또한 EIDeeb<sup>52)</sup>은 60개의 발거된 중절치를 20개씩 3개군으로 나누어 각각 McSpadden근관충전법, 수방가압근관충전법, 측방가압근관충전법으로 근관충전하고 methylene blue 색소침투법으로 근단공 누출을 평가하였던 바, 정선적 측정 및 정량적 측정에서 세 방법간에 폐쇄효과 순위가 같은 것도 있고 상이한 것도 있으나 두 측정방법간의 상관관계는 통

계학적으로 유의하여( $r=0.6462, P<0.001$ ), Timpawat등<sup>50)</sup> 및 Ishley와 EIDeeb<sup>51)</sup>의 견해와 일치하고 있다.

본 연구에서의 4가지 각기 다른 근관충전법으로 폐쇄된 근관의 색소침투측정의 결과, 정량적 측정의 군별 평균은 정선적 측정의 군별 평균에 같은 순서로 유사성이 있었으나, 각 군간의 차이검정을 하였을 때 II군과 III군은 정선적 측정에서는 유의성 있는 차이가 있었으나 정량적 측정에서는 유의성 있는 차이가 없었으며, I군과 IV군은 정선적 측정에서는 유의성 있는 차이가 없었으나 정량적 측정에서는 유의성 있는 차이가 있었다. 덧붙여 실험한 전 시편을 통해서 두 측정방법간의 상호관계는 0.001 수준에서 상관계수가 0.3391로 나타나 미약하지만 상관관계가 있었다.

저자는 근단공 누출에 대한 평가에서 정선적 측정과 정량적 측정의 상호간에 좋은 상관관계가 있을 것으로 예상했다.

만약 정선적 측정이 정량적 측정과 높은 상관관

제가 있다면 정선적 측정을 통해서, 근관내로 침투하는 실제의 양적 누출의 추정이 가능할 것이고 상관관계가 거의 없다면 정선적 측정만으로는 각종 충전재와 충전방법에 따른 폐쇄효과를 평가하거나 비교하는데에 대한 확실한 근거를 제공할 수 없을 것이다.

본 연구에서 정선적 측정의 결과와 정량적 측정의 결과에서 두 측정방법간에 상관관계가 미약하게 나타난 것은 Zakariasen<sup>49)</sup>의 견해와는 유사하나 다른 연구의 결과와는 대조적<sup>50-52)</sup>으로 나타나 이를 설명하기는 어렵다.

다른 연구에서는 전반적으로 누출의 측정치가 적게 나타났으나, 본 연구의 실험한 전 시편에서 누출이 있었고 각 실험군들에서도 선측정과 양측정 모두에서 광범위한 변량을 가지고 비교적 큰 누출이 있었다 (Table 1, 3).

특히 치근을 장축으로 절단했을 때 색소가 침투한 양상은 근관벽과 충전재 사이의 공간에만 한정되는 것이 아니고 상아질을 따라 측방으로 확산해 들어간 경우가 많아 Douglas와 Zakariasen<sup>47)</sup>의 근관의 구조는 물을 흡수하지 않는다는 견해는 맞지 않는 것 같다.

실제 상아세관은 fluid가 상아질을 통과하는 주 통로이고 상아질의 투과성은 세관이 치수에 가까울수록 증가한다고 볼 때<sup>53)</sup> 색소는 근관내로 길게 침투하기 보다는 주위의 상아세관내로 투과하기 쉬워서 근단공 누출은 정선적 측정법에서 나타나는 것보다 정량적 측정법에서 더 많이 나타나게 된다.

정량적 측정의 결과가 많이 나타날수록 정선적 측정과의 상관관계는 감소되어 나타나는 것으로 사료된다.

본 실험에서 선측정 및 양측정 모두에서 누출량이 많게 나타난 것은 methylene blue 색소용액에 대한 노출이 10일간이라는 비교적 장시간 경과한 데에도 한 원인이 있었을 것으로 사료된다. Wiener와 Schilder<sup>56)</sup>은 근관충전에 사용된 모든 sealer가 경화후 일정한 시간내에는 수축이 나타나 체적이 감소된다고 하였고, Fogel<sup>34)</sup>, Delivanis와 Chapmam<sup>54)</sup> 및 박등<sup>57)</sup>이 근관충전후 시간의 경과에 따라 근관내 변연누출이 증가되는 경향을 관찰하였던 바, 본 연구의 sealer를 사용한 실험군들에서 10일간의 비교적 장시간 색소침투가 허용되었을 때는 미세한 수축공간내로

침투되는 색소의 양이 많아 결과적으로 선측정 및 분광광도계에 의한 정량적 측정의 평균치는 높게 나타났을 것이다. 그러나 본 실험의 고온용융 gutta-percha주입근관충전법의 색소침투가 크게 나타난 것은 sealer를 사용하지 않았을 때, 색소침투는 크게 나타나고<sup>7)</sup>, 고온용융된 gutta-percha가 냉각시 체적 감소가 나타나<sup>58-60)</sup> 경화된 gutta-percha가 근관벽에 밀착되지 않았을 때 역시 미세공간으로 침투되는 색소의 양이 많아졌을 것이다.

위 선화들<sup>50-52)</sup>처럼 색소용액에 노출된 시간이 비교적 짧은 경우에는(48시간) 근단공 누출의 양이 적어서 모세관현상으로 침투한 색소가 충전재와 근관벽 사이의 공간에 주로 침투되어 선측정과 양측정을 보다 잘 드러낼 수 있지만 본 실험에서처럼 색소용액에서 장시간(10일간) 경과 하였을 때는 색소용액이 상아세관을 투과해 스며들어 많은 양의 색소가 근관내로 침투하므로서 근단공 누출의 총량은 많아져서 근관내로 침투한 모세관현상의 높이와는 상관관계가 감소되는 것이 분명하다.

본 실험의 같은 충전군에서도 측정치의 변량이 광범위했던 것은 동일군내에서도 상악중절치와 측절치 및 상하악전치가 섞여 있어 치근의 크기와 상아질의 양이 다르고 근관의 용적이 일정하지 않으며, 수집된 치아의 연령변이, 근관형성과 충전기술의 오차, 시료의 보관상태, 상아세관으로의 확산의 변이, 색소용액에의 침지시간 등 많은 변수에 기인하는 것으로 사료되는 바, 보다 정확한 결과를 얻기 위해서는 시편의 규격화의 표준화가 고려되어야 할 것 같다.

한편 LaCombe<sup>53)</sup>은 발거된 치아를 3개군으로 나누어 각각 고온용융 gutta-percha주입근관충전법, 저온연화 gutta-percha주입근관충전법, 측방가압근관충전법으로 근관충전하고 근단공 누출을 평가하였던 바 측방가압법으로 충전된 군이 고온용융 또는 저온연화 gutta-percha주입근관충전법으로 충전된 근관보다 유의하게 적은 정선적 누출을 나타내었으나 분광광도계법으로 측정된 누출의 양은 세 방법 서로간에 유의한 차이가 없어 선성누출의 측정과 분광광도계에 의한 색소의 측정 결과는 각군 서로간에 아무런 연관성 없이 각기 다르게 나타났음을 관찰하였다.

이는 정선적 측정법과 정량적 측정법 상호간에

밀접한 상관관계를 나타낸다는 견해<sup>50-52)</sup>와는 상반되는 견해로서 본 연구의 두 측정방법간에 나타난 미약한 상관관계와 함께 고찰해 보는데, 두 측정법 상호간의 유의성은 의심스러운 바 있어 누출의 정량적 측정법에 관하여 더 많은 연구가 필요한 것으로 사료된다. 지금까지 근단공을 통한 미세누출에 대한 어떠한 연구들도 완전한 정보를 제공할 수 없었고 근단공 누출에 대한 정선적 측정과 정량적 측정의 유의한 상관관계는 불명확하기 때문에 본 연구에서와 같이 누출이 심한 경우에는 폐쇄효과에 대한 평가는 색소침투의 길이 측정뿐만 아니라 분광광도계법에 의한 양의 측정도 병행되어야 할 것이며, 앞으로 정선적 측정법과 정량적 측정법 상호간의 관계를 실증하거나 부인할 수 있는 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 요약

본 연구의 목적은 여러가지 근관충전법으로 충전된 근관의 폐쇄효과를 정선적 및 정량적으로 측정하여 각 충전법간의 폐쇄효과를 비교하므로써 정선적 측정법 및 정량적 측정법간의 상호 관계를 규명하는데 있다.

108개의 발거된 상악중절치 및 측절치와 상하악 견치에서 치관을 절제하고 통법대로 근관형성한 다음 4개군으로 나누어 제 I 군은 sealer를 사용하고 측방가압근관충전법으로, 제 II 군은 sealer를 사용하고 저온연화 gutta-percha주입근관충전법으로, 제 III 군은 sealer를 사용하고 Thermafil근관충전법으로 그리고 제 IV 군은 sealer를 사용하지 않고 고온용융 gutta-percha주입근관충전법으로 충전하고 전 시편을 2% methylene blue 용액 속에 근단부를 1mm당근 채 37°C 항온기에서 10일간 경과시켜 근단공을 통한 색소침투를 정선적 및 정량적으로 측정하여 다음의 결과를 얻었다.

정선적 측정에서는 II 군은 III 군, I 군 및 IV 군보다, III 군은 IV 군보다 유의상 있게 색소침투가 적게 나타났으나 ( $P < 0.05$ ), 그 이외의 군들 상호간에는 유의한 차이가 없었다.

정량적 측정에서는 II 군이 가장 적게 나타나 I 군 및 IV 군과는 유의한 차이가 있었으나 ( $P < 0.05$ ), III 군과는 유의한 차이가 없었다( $P > 0.05$ ).

정선적 측정과 정량적 측정과의 사이에는 미약하지만 유의한 상관관계가 있었다( $r = 0.3391$ ,  $P < 0.001$ ).

## REFERENCES

1. Ingle, J. I. and Taintor, J. F. : Endodontics, 3rd ed., Lea & Febiger, Philadelphia(1985) pp. 26-50.
2. Allen, D. E. : Hermetic sealing of root canals, value in successful endodontia, Dent. Radiogr. Photogr., 37 : 85-90, 1964.
3. 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. Endod., 3 : 168-174, 1977.
4. 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. Endod., 4 : 245-250, 1978.
5. marlin, J., karkow, 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. Endod., 7 : 277-281, 1981.
6. marlin, J. : Obuturation with injection-molded thermoplasticized gutta-percha, Continuing education course. San Francisco, March, 1984.
7. EIDeeb, M. E. : The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha, J. Endod., 11 : 84-86, 1985.
8. Evans, J. T. and Simon, J. H. S. : Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized gutta-percha in the absence of smear layer and root canal sealer, J. Endod., 12 : 101-107, 1986.
9. Skinner, R. L. and Himel, V. T. : The sealing ability of injection-molded thermoplasticized gutta-percha with and without the use of sealers, J. Endod., 13 : 315-317, 1987.



10. Mann, S. R. and McWalter, G. M. : Evaluation of apical seal and placement control in straight and curved obturated by laterally condensed and thermoplasticized gutta-percha, *J. Endod.*, 13 : 10-17, 1987.
11. 정상건 · 조규중 : 용융 Gutta-percha 주입 근관충전법의 근관폐쇄 효과, *경북치대 논문집*, 7(1) : 121-133, 1990.
12. 김태완 · 조규중 : 분광광도계 측정법에 의한 가열성형 근관충전법의 폐쇄효과 비교, *경북치대 논문집*, 8(2) : 93-106, 1991.
13. 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.
14. Czonstkowsky, M., Michanowicz, A. and Vazquez, J. A. : Evaluation of an injection of thermoplasticized low-temperature gutta-percha using radioactive isotopes, *J. Endod.*, 11 : 71-74, 1985.
15. Michanowicz, A. E., Czonstkowsky, M. and Piesco, N. P. : Low-temperature(70°C) injection gutta-percha : a scanning electron microscopic investigation, *J. Endod.*, 12 : 64-67, 1986.
16. 장요한 : 저온용융 Gutta-percha 주입 근관충전법의 근관폐쇄 효과, *경북치대 논문집*, 6(2) : 203-217, 1989.
17. 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.
18. Johnson, W. B. : A new gutta-percha technique, *J. Endod.*, 4 : 184-188, 1978.
19. Beatty, R. G., Baker, P. S., Haddix, J. and Hart, F. : The efficacy of four root canal obturation techniques in preventing apical dye penetration. *J. Amer. Dent. Assoc.*, 119 : 633-637, 1989.
20. Baker, P. S. and Oguntebi, B. R. : Effect of apical resections and reverse fillings on thermafil root canal obturations, *J. Endod.*, 16 : 227-229, 1990.
21. Lares, C. and EIDeeb, M. : The sealing ability of the thermafil obturation technique, *J. Endod.*, 16 : 474-479, 1990.
22. Dow, P. R. and Ingle, J. I. : Isotope determination of root canal failure, *Oral Surg.*, 8 : 1100-1104, 1955.
23. Marshall, F. J. and Massler, M. : The sealing of pulpless teeth evaluated with radioisotopes, *J. Dent. Med.*, 16 : 172-184, 1961.
24. Kapsimalis, P., Evans, R. and Tuckerman, M. M. : Sealing properties of endodontic filling materials using radioactive polar and nonpolar isotopes, *Oral Surg.*, 22 : 386-393, 1966.
25. Kapsimalis, P. and Evans, R. : Sealing properties of endodontic filling materials using radioactive polar and nonpolar isotopes, *Oral Surg.*, 22 : 386-393, 1966.
26. Higginbotham, T. L. : A comparative study of the physical properties of five commonly used root canal sealers, *Oral Surg.*, 24 : 89-101, 1967.
27. Younis, O. and Hembree, J. H. Jr. : Leakage of different root canal sealants, *Oral Surg.*, 41 : 777-784, 1976.
28. Yates, J. L. and Hembree, J. H. Jr. : Microleakage of three root canal cements : One-year study, *J. Endod.*, 6 : 591-593, 1980.
29. Benner, M. D., Peters, D. D., Grower, M. and Bernier, W. E. : Evaluation of a new thermoplastic gutta-percha obturation technique using <sup>45</sup>CA, *J. Endod.*, 7 : 500-508, 1981.
30. Rhome, B. H., Solomon, E. A. and Rabinowitz, J. L. : Isotopic evaluation of the sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron, *J. Endod.*, 7 : 458-461, 1981.
31. Director, R. C., Rabinowitz, J. L. and Milne, R. S. : The short-term sealing properties of lateral condensation, vertical condensation, and Hydron using <sup>14</sup>C human serum albumin, *J. Endod.*, 8 : 149-151, 1982.
32. Kwan, E. H. and Harrington, G. W. : The effect of immediate post preparation on apical seal,

- J. Endod., 7 : 325–329, 1981.
33. Kerekes, K. and Rowe, A. H. R. : Thermomechanical compaction of gutta-percha root filling. *Int. Endod. J.*, 15 : 27–35, 1982.
  34. Fogel, B. B. : A comparative study of five materials for use in filling root canal spaces, *Oral Surg.*, 43 : 284–299, 1977.
  35. Russin, T. P., Zardiackas, chloroform-softened gutta-percha and laterally condensed gutta-percha and Grossman's sealer, *J. Endod.*, 6 : 678–682, 1980.
  36. AlRafei, S. R., Sayegh, F. S. and Wright, G. : Sealing ability of a new root canal filling materials, *J. Endod.*, 8 : 152–153, 1982.
  37. Spradling, P. M. and Senia, E. S. : The relative sealing ability of paste-type filling materials, *J. Endod.*, 8 : 543–549, 1982.
  38. 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.
  39. 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. Endod.*, 11 : 336–339, 1985.
  40. Goerig, A. C. and Seymour, F. W. : Comparison of common root canal filling techniques and sealers with the simplified pressure injection method and zinc oxide-eugenol as the sealing agent, *J. Amer. Dent. Assoc.*, 88 : 826–830, 1974.
  41. Goldman, M. : Evaluation of two filling methods for root canals, *J. Endod.*, 1 : 69–72, 1975.
  42. Wollard, R. R., Brough, S. O., Maggio, J. and Seltzer, S. : Scanning electron microscopic examination of root canal filling materials, *J. Endod.*, 2 : 98–110, 1976.
  43. Larder, T. C., Prescott, A. J. and Braton, S. M. : Gutta-percha : a comparative study of three methods of obturation, *J. Endod.*, 2 : 289–294, 1976.
  44. Coviello, J., Brilliant, J. D. and Wright, J. : Preliminary scanning electron microscopic study of the chlorosin lateral condensation technique, *J. Endod.*, 3 : 54–62, 1977.
  45. Brothman, P. : A comparative study of the vertical and the lateral condensation of gutta-percha, *J. Endod.*, 7 : 27–30, 1981.
  46. Lugassy, A. A. and Yee, F. : Root canal obturation with gutta-percha : a scanning electron microscope comparison of vertical compaction and automated thermatic condensation, *J. Endod.*, 8 : 120–125, 1982.
  47. Douglas, W. H. and Zakariasen, K. L. : Volumetric assessment of apical leakage utilizing a spectrophotometric dye recovery method, *J. Dent. Res.*, (spec. iss. A) 60 : 438, Abstr. No. 512, 1981.
  48. 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.
  49. 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.
  50. 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.
  51. Ishley, D. J. and EIDeeb, M. E. : An in vitro assessment of the quality of apical seal of thermomechanically obturated canals with and without sealer, *J. Endod.*, 9 : 242–245, 1983.
  52. EIDeeb, M. E., Zucker, K. J. and Messer, H. : Apical leakage in relation to radiographic density of gutta-percha using different obturation techniques, *J. Endod.*, 11 : 25–29, 1985.
  53. 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.
54. Delivanis, P. D. and Chapman, K. A. : Comparison and reliability of techniques for measuring leakage and marginal penetration, *Oral Surg.*, 53 : 410-416, 1982.
  55. Pashley, D. H. : Dentin-predentin complex and its permeability : physiologic overview, *J. Dent. Res.*, 64(spec. iss.) : 613-620, 1985.
  56. Wiener, B. H. and Schilder, H. : A comparative study of important physical properties of various root conal sealers, II. Evaluation of dimensional changes, *Oral Surg.*, 32 : 928-937, 1971.
  57. 박선희 · 민병순 · 최호영 · 방상진 : 수중 근관충전재의 근관폐쇄성에 관한 실험적 연구, 대한치과보존학회지, 13 : 113-119, 1988.
  58. Goodman, A., Schilder, H. and Aldrich, W. : The thermomechanical properties of gutta-percha. Part II. The history and molecular chemistry of gutta-percha, *Oral Surg.*, 37 : 954-961, 1974.
  59. Schilder, H., Goodman, A. and Aldrich, W. : The thermomechanical properties of gutta-percha. Part III. determination of phase transition temperatures for gutta-percha, *Oral Surg.*, 38 : 109-114, 1974.
  60. Schilder, H., Goodman, A. and Aldrich, W. : The thermomechanical properties of gutta-percha. Part V. Volume changes in bulk gutta-percha as a function of temperature and its relationship to molecular phase transformation, *Oral Surg.*, 59 : 285-296, 1985.

Abstract

RELATIONSHIP BETWEEN LINEAR  
AND VOLUMETRIC MEASUREMENTS OF DYE PENETRATION  
IN THE SEALING EFFECT OF CANAL OBTURATION

Sung-Rae PAEK, D. D. S., and Kyeuzeung CHO, D. D. S., Ph. D.

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

The purpose of this study was to analyze the relationship between linear and volumetric measurements of apical dye penetration in canals obturated by various kinds of methods.

The canals of 108 roots without crown were conventionally prepared and randomly assigned to four group.

The canals of group I a2 were obturated by lateral condensation with sealer, group II a2 by thermoplasticized low-temperature (70°C) gutta-percha with sealer, group III by Thermafil endodontic obturation with sealer and group IV by injection-molded thermoplasticized gutta-percha.

One mm of root apex was exposed to a 2% methylene blue solution at 37°C for 10 days, and the quality of apical seals was assessed by measuring the leakage linearly and volumetrically.

The obtained results were as follows :

In linear measurements, group II showed significantly less leakage than group III, I and group III also showed less than group IV, but no statistically significant difference was demonstrated between the others.

In volumetric measurements, group II showed significantly less leakage than group I and II, and no significant difference from group III.

There was a weak significant correlation between the linear measurement and the volumetric measurement ( $r=0.3391$ ,  $P<0.001$ ).