

역행충전시 와동형성 기구 및 수복재에 따른 변연누출에 관한 연구

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

이재용 · 조인호 · 홍찬의 · 신동훈

Abstract

A STUDY ON THE MICROLEAKAGE OF RETROFILLED TEETH WITH VARIOUS MATERIALS AND INSTRUMENTS FOR CAVITY PREPARATION

Jae - Yong Lee, In - Ho Cho, Chan - Ui Hong, Dong - Hoon Shin

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dan Kook University

The purpose of this study was to evaluate the microleakage of retrofilled teeth with various materials [non-zinc Amalgam, IRM, Ketac-silver, CGP(cold-burnished, ultrafil)] and instruments for cavity preparation.

Root apex were resected 2mm from apex horizontally and class I cavities were prepared in 2mm depth, 1.5mm width and were filled with above mentioned materials.

Root apex were resected 2mm from apex horizontally and class I cavities were prepared in 2mm depth, 1.5mm width and were filled with above mentioned materials.

2% methylene blue dye solution was used for 4 days immersion and the linear leakage was measured with calipers and the volumetric leakage was determined with a spectrophotometer.

The results were as follows :

1. Amalgam group showed the greatest amount of leakage and Ketac-silver group showed the least value.
2. By linear leakage test, the group retrofilled with Ketac-silver, or CGP showed better seal than the group of Amalgam or IRM. This was shown in both retrograde tip and Conventional method.
3. By volumetric leakage test, the group retrofilled with Ketac-silver showed significantly better seal than the group with IRM in retrograde tip method.
4. By volumetric leakage test, the group retrofilled with Ketac-silver showed significantly better seal than the group with Amalgam in the Conventional method.

I. 서 론

치수 및 치근단병변 치료에 비외과적 근관치료가

성공적으로 행하여져 왔으며 완전한 근관폐쇄를 좌우하는 것으로 알려져 왔다.

치근단폐쇄가 부적절한 경우 근관내에 잔존하는

자극제 및 독소가 인접한 치근단조직으로 유출되어 실패가능성이 높은 것으로 알려져 있으며 Ingle³⁹⁾, Grossman⁴⁰⁾, Weine⁴¹⁾등도 근관치료의 주된 실패원인은 근침단의 불완전한 폐쇄에 있다고 하였다.

한편, 통법에 의한 근관치료가 불가능하거나 실패하였을 때 치근단 절제를 포함한 외과적 처치가 요구되며 이 또한 근관계의 완전한 폐쇄를 얻는데 목적을 두고 있다. 이러한 외과적 술식으로 이용되는 치근단절제술은 비정상적 조직뿐만 아니라 치아의 근침부를 제거하는 술식으로 Farrar³⁹⁾가 오늘날 사용되고 있는 치근단절제술과 유사한 외과적 처치에 대하여 언급한 이래 Ichescio⁴²⁾은 치근을 절단한 치아와 절단하지 않은 치아를 비교한 바 있다. 치근단 근사면을 이룬 절단은 근관과 치근단 주위환경 사이를 개통시킬 수 있는 상아세관을 노출시켜 변연 누출의 추가적인 경로를 형성하므로 이에 역행충전을 통한 변연폐쇄를 더욱 필요로 하게 되었다. 이처럼 치근단 절제술 시행후 역행충전은 매우 중요한 과정으로 이에 의해 근관으로 부터 치근단 주위조직으로 자극제들이 누출되는 것을 방지해줄 수 있는 것이다³⁴⁾.

역행충전제는 치근단조직에 무해하며 수분에 녹지 말아야 하고 조작의 용이 및 변형이 되지 않아야 한다는 점과 정균성, 방사선 불투과성, 항암성등의 조건을 충족시켜야 한다^{3, 25, 35)}.

역행충전제는 지금까지 여러유형의 재료가 제시 되어 왔으나 임상적으로 적합력이 좋고 경화후 약간의 팽창이 되어 변연누출을 극소화시키며 흡수가 되지 않는다는 등의 이유로 아말감이 오랫동안 사용되어 왔으며¹⁵⁾ 특히 zinc-free 아말감은 치근단조직에 매우 좋은 내성을 갖고 있어 가장 널리 사용되어 왔다^{4, 36)}. 그러나 Kopp와 Kresberg²⁴⁾는 부식성, 수으로 인한 오염, 조직에 대한 비무균성, 미생물의 오염을 허용할 수 있는 느린 경화시간 등의 단점이 있어 역행충전제로 이용하기에는 부적당 하다고 주장하였으며 Kopp²⁴⁾도 아말감의 단점에 대하여 언급하였다. 이에 새로운 재료사용에 대한 연구가 있었으며 Bowen⁹⁾에 의해 1962년 개발된 복합레진은 치질에 대한 적합성과 변연누출의 감소를 위한 연구와 함께 역행충전재료로써도 이용된 바 있다.

한편 최근 역행충전재료로써 치질과의 화학적 결합, 치수에 대한 저자극성의 장점을 지닌 glass-iono-

mer cement의 사용이 점점증하고 있는바^{17, 37, 42)} Wall²⁶⁾는 silver glass-inomer cement이 다른 재료에 비해 비교적 물리적 성질이 우수하고 방사선 불투과성이며 상당히 안정된 물질이라 하였다. 또한 zinc oxide-eugenol based cement인 IRM에 대해 Smee¹⁵⁾은 변연누출에 저항성을 갖는다고 하였으며 이러한 역행충전제 이외에도 Michanowicz²⁷⁾이 소개한 low temperature injectable thermoplasticized gutta-percha를 이용하여 Escobar¹³⁾은 low temperature injectable thermoplasticized gutta-percha와 zinc-free amalgam의 치근단 폐쇄를 비교하였다. 이외에도 현재 ZOE, gold foil²⁴⁾ Polycarboxylate cement, EBA cement³⁵⁾의 재료들이 이용되고 있다.

이와 같은 충전제들에 대한 변연폐쇄효과 연구에는 방사선분석법, 색소침투법^{3, 4, 15, 19, 21, 22, 29, 43)}, 방사선동위원소법^{11, 38)}, SEM^{4, 17, 28)}, 미생물의 이용, 전기화학법²⁵⁾등이 있으며 Delivanis¹¹⁾은 ¹⁴C-labeled urea를 추적자로 사용하여 amalgam, cavite, zinc polycarboxylate cement를 역행충전시 적합력을 비교하였고 Trostad³⁸⁾은 ⁴⁵Ca radioactive isotope를 이용하여 수중 아말감의 역행충전시 적합력을 비교하였다. 또한 Kimura³⁴⁾는 crystal violet dye를 이용하여 성견에서 zinc 아말감과 non-zinc 아말감의 치근단 조직반응과 변연폐쇄효과를 비교하였으며 Kaplan²¹⁾은 methylene blue를 사용하여 역행충전법에 따른 변연누출 정도를 실험하였다. Abdal⁴⁾은 SEM과 fluorescent dye등을 이용해서 수중충전제의 변연누출을 정성적, 정량적으로 평가하였고, Stabholz²⁸⁾은 수중의 retrograde filling 재료의 변연접합력을 SEM으로 평가하였다. 이러한 충전제뿐만 아니라 절단면에 형성된 와동도 변연누출에 많은 영향을 주는데 제1급 와동과 slot형태의 와동이 가장 많이 사용되고 있으며 8자형태의 와동도 이용되고 있다⁴¹⁾.

와동의 깊이가 삼출액을 폐쇄하는데 가장 중요한 요소로 작용하여 Mattison²⁵⁾과 Edmunds³⁷⁾는 치근단부 와동의 깊이와 변연누출간의 상관관계에 대하여 보고한 바 있으며 Weine⁴¹⁾은 제1급 와동의 경우 amalgam의 역행충전에 대한 최소한의 두께가 1mm는 되어야 한다고 주장하였고 Arens⁵⁾은 3mm 두께를 요구하였다.

이처럼 역행충전물에 관한 변연누출성에 대해서 많은 연구가 있었으나 국내에서 역행충전시 충전물의

변연누출에 대한 정량적분석과 와동형성 기구에 따른 변연누출에 관한 보고는 드물어 이에 저자는 새로운 와동형성 기구인 Ultrasonic retrograde tip과 Conventional method를 사용하여 와동을 형성하고 Amalgam, Ketac-silver, IRM, Cold-burnished gutta-percha로 역행 충전한 후 methylene blue를 이용하여 변연누출의 정도를 침투길이 및 정량적 분석을 통하여 와동형성기구와 역행충전물에 대한 변연폐쇄 효과를 비교 평가하였기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 실험방법

가) 실험재료

치근단이 완성되고 만곡이 심하지 않은 80개의 단근치를 실험대상으로 하였다.

나) 실험방법

치근표면에 부착된 유기잔사와 치석들을 스펠러(suprasson scaler)를 사용하여 제거한후 5% NaOCl에 24시간 보관하였다.

통법에 따라 근관와동을 형성하여 작업장 길이를 근침보다 1mm 짧게 정한 후 5% NaOCl로 근관을 세척하면서 H-file를 사용하여 step-back method로 근관을 형성한 다음 gutta-percha와 AH-26 sealer를 이용하여 측방가압법으로 근관충전을 하였다. 와동형성 부위는 ZOE cement으로 밀폐하였다.

모든 치아에 대해 고속용 701번 fissure bur로 치근단부를 근침에서 2mm 떨어진 부위까지 수평으로 절단한 후 각각의 시편을 40개씩 A, B군으로 무작위로 분리한 다음 다시 10개씩 4개 subgroup으로 무작위 선택하였다.

A군의 40개의 치아는 Ultrasonic retrograde tips (Excellence in Endodontics社)를 ENAC(OSADA, Ultra-Endo. Japan)에 이용하였고, B군의 40개 치아에는 저속용 #35 inverted cone bur를 이용하여 와동형성하였다.

절단부 와동크기는 폭 1.5mm, 깊이 2mm로 1급 와동을 형성하였으며 표1과 같은 충전재로 각기 역행충전하였다.

제작된 시편들을 생리식염수에 24시간 보관후 건조시켜 충전부위와 변연을 제외한 모든 부위에 nail varnish를 3회 도포한후 2% methylene blue 용액에

Table 1. Filling materials used in this study

제 1 군	Zinc-free amalgam(동명 아말감합금)
제 2 군	Ketac-silver(ESPE, Germany)
제 3 군	I. R. M.(Caulk)
제 4 군	Cold-burnished gutta-percha (Ultrafil, The hygenic co. Japan)

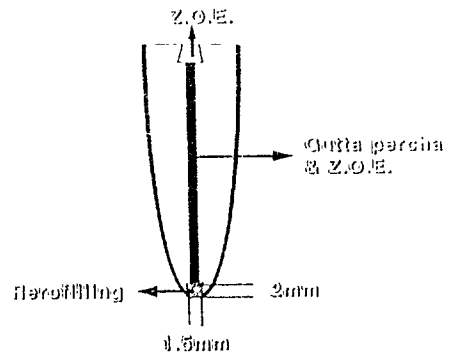


Fig. 1. Diagram of retrograde filling

치근단 1/3이 잠겨지도록 하여 상대습도 100%의 37℃ 배양기(Yamato Co. Japan)에 96시간 보관하였다. 흐르는 물에 세척하여 묻어있는 색소를 제거하였으며 701번 fissure bur를 이용하여 총길이 7mm가 되도록 치관부위를 절단하고 ZOE cement으로 밀폐하였다. 치아내로의 색소침투 정도는 길이측정 및 정량적 분석을 시행하였다.

A) 침투길이 측정법

Scaler를 이용하여 nail varnish를 제거한 다음 hard tissue microtome(ISOMET, USA)을 사용하여 치근장축에 평행하게 절단하였다. 이후 실물현미경(NIKON Co, Japan)으로 40배 확대하여 각시편들의 수복물과 치질사이로 침투한 염색액을 확인한 후 캘리퍼스를 이용하여 침투길이를 측정하였다.

B) 분광측광기를 이용한 정량분석법

색소 침투길이가 측정된 치아들을 분광측광기를 이용하여 변연누출의 정도를 정량적으로 분석하였다. 양분된 치아들을 5ml 40%의 nitric acid에 4일 동안 각각의 시험관에 치아를 녹여 염색액이 추출 되도록 하였으며 상층액만 5배 희석하여 spectropho-

tometer(120-02 Shimadzu, Japan)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 혼탁정도를 줄이기 위하여 3,000 RPM으로 1시간 원심분리시켰으며 methylene blue 색소 측정에 적절한 파장을 결정하기 위해 500~700 nm 범위내에서 조사하였다. 이후 적절히 희석된 standard solution을 이용하여 흡광도와 농도와의 Linear Regression curve를 얻은 다음 희석된 각 실험 시료의 흡광도를 측정하여 상응하는 칩투농도를 산출해 내었다.

다) 평가

평가방법은 각 시편들의 수복물과 치질사이로 침투한 염색액을 확인한 후 캘리퍼스를 이용, 칩투길이를 측정하였으며, 측정된 칩투길이를 scheffe 분석법으로 각군을 비교 검증하였다($P < 0.05$). 또한 분광측광기를 통하여 정량적으로 측정된 농도는 Tukey분석법으로 비교 검증하였다($P < 0.05$).

III. 실험성적

Methylene blue 색소는 치근단의 절단부를 통하여 침투되었고 이렇게 침투된 색소는 근관충전부와 상아질 벽사이에서 치근의 외면쪽으로 상아세관을 통하여 확산되었다. 각군의 염색액 침투정도를 칩투길이 및 정량적 분석을 통하여 와동형성기구에 따른

평가결과 표 2, 3에서와 같이 Amalgam 충전군에서 변연누출이 가장 크게 나타났으며, Ketac-silver 충전군에서 변연누출이 가장 적게 나타났다(표 2, 3). 와동형성기구에 따른 칩투길이 및 분광측광기 측정결과 통계학적으로 유의성 있는 차이는 인정되지 않았다(표 4, 5). 표 6, 7에서 보는 바와 같이 칩투길이에 따른 평가결과 retrograde method를 사용한 군에서는 1군과 2군, 1군과 4군, 2군과 3군, 3군과 4군사이에 유의한 차이가 인정되었고($P < 0.05$), conventional method를 사용한 군에서는 1군과 2군, 1군과 3군, 1군과 4군, 2군과 3군, 3군과 4군 사이에

Table 4. Mean microleakage between retrograde tip & conventional method(Linear test (mm))

		Case No.	mean	S. D
Amalgam	A	10	3.4700	1.296
	B	10	4.7900	0.904
Ketac-silver	A	10	1.5000	1.319
	B	10	0.7300	0.587
IRM	A	10	3.5700	1.536
	B	10	3.4700	1.439
CGP	A	10	0.7600	0.126
	B	10	1.4300	0.738

Table 2. Measurements of dye penetration(Linear test(mm))

		Amalgam	ketac-silver	IRM	CGP
Group A	Mean	3.470	1.500	3.570	0.760
	S. D	1.296	1.319	1.536	0.126
Group B	Mean	4.790	0.730	3.470	1.430
	S. D	0.904	0.587	1.439	0.738

Group A : Using Ultrasonic retrograde tip

Group B : Using conventional method

Table 3. Measurements of dye penetration(Volumetric test(Abs))

		Amalgam	ketac-silver	IRM	CGP
Group A	Mean	0.418	0.003	0.010	0.003
	S. D	0.037	0.075	0.075	0.002
Group B	Mean	0.159	0.002	0.083	0.063
	S. D	0.119	0.002	0.177	0.037

Abs : Absorbance

Table 5. Mean microleakage between retrograde tip & conventional method(Volumetric test(Abs))

		Case No.	mean	S. D
Amalgam	A	5	0.042	0.037
	B	5	0.159	0.119
Ketac-silver	A	5	0.003	0.002
	B	5	0.002	0.002
IRM	A	5	0.096	0.075
	B	5	0.083	0.177
CGP	A	5	0.003	0.002
	B	5	0.063	0.037

Table 6. A group : Result of Scheffe (Linear test(mm))

Mean		Group1	Group2	Group3	Group4
3.470	Group1		*		*
1.500	Group2				
3.570	Group3		*		*
0.760	Group4				

* P<0.05

Group1 : Zinc-free amalgam Group3 : IRM
Group2 : Ketac-silver Group4 : CGP

Table 7. B group : Result of Scheffe (Linear test(mm))

Mean		Group1	Group2	Group3	Group4
4.790	Group1		*	*	*
0.730	Group2				
3.470	Group3		*		*
1.430	Group4				

* P<0.05

Table 8. A group : Result of Tukey (Volumetric test(Abs))

Mean		Group1	Group2	Group3	Group4
0.418	Group1				
0.003	Group2				
0.096	Group3		*		*
0.003	Group4				

* P<0.05

Group1 : Zinc-free amalgam Group3 : IRM
Group2 : Ketac-silver Group4 : CGP

Table 9. B group : Result of Tukey (Volumetric test(Abs))

Mean		Group1	Group2	Group3	Group4
0.159	Group1		*		
0.002	Group2				
0.083	Group3				
0.063	Group4				

* P<0.05

Abs : Absorbance

유리한 차이가 인정되었다. (P<0.05). 분광측광기 분석결과 Ultrasonic retrograde tip method를 사용한 군에서는 2군과 3군, 3군과 4군에서 유의한 차이가 나타났으며(P<0.05)(표 8), Conventional method를 사용한 군에서는 1군과 2군 사이에서 유의한 차이가 인정되었다(P<0.05)(표 9).

IV. 총괄 및 고안

Ingle등¹⁹⁾은 치근단 폐쇄의 실패는 근관치료의 성공여부를 결정하는데 중요한 요소가 될 수 있다고 하였으며 부적절하게 폐쇄되었던 주근관이나 부근관을 통한 자극제의 누출로 인하여 치근단 염증에 의한 조직 치유의 실패를 야기한다고 하였다²¹⁾. 이에 외과적 근관치치시 절제된 치근단의 밀폐를 위한 역행충진이 중요시 되었으며, 이때 사용되는 충전재료의 밀폐성등을 평가하기 위한 많은 연구가 행하여졌다^{1, 2, 14, 27, 30)}.

역행충진재료의 기능은 치근단절제후 변연폐쇄가 부적절할 때 근관계의 적절한 치근단폐쇄를 제공함으로써 근관내에서 치근단 주위조직으로 자극제가 누출되는 것을 방지하는데 있다³⁴⁾. 치근단폐쇄는 간접적으로는 변연부 적합성을 평가하고 직접적으로는 역행충진된 근관안으로 다양한 tracers의 누출을 관찰함으로써 평가하여 본 연구에서는 4가지 역행충진재료의 변연적합성에 관하여 실행하였다. 한편 외과적 치근단 절제술을 하는 동안 치근의 침부를 가시화시키고 용이한 접근을 위해 치근을 수평절제하기로 하며⁴⁰⁾ 세관누출의 임상적 중요성은 아직 알려지지 않았으나, Vertucci와 Beatty⁴⁰⁾에 의한 경사로 절단된 치근에서 치근단 역행 충전과정을 평가할 때 tubule mechanics가 중요한 요소라는 점을 고려하여 본 실험에서도, 경사진면에서 야기될 수 있는 상아

세관을 통한 누출을 최소화 하기 위해 치아장축에 직각이 되도록 절제를 실행하였다.

근단부 와동형태는 1급 와동 또는 slot 형태가 주로 이용되며 본 연구에서도 1급 와동으로 형성하였다. 임상적으로는 1급 와동의 형태가 자주 이용되고 있으나 치아의 장축을 따른 접근이 어려울 때에는 slot형의 와동형성을 통해 치아와 치근단 주변골조직의 제거를 감소시킬 수 있다. 근단부의 와동 깊이에 대해 Mattison²⁵⁾은 3mm의 와동이 1mm의 와동에 비하여 변연누출이 적었다고 하였으며 보통 2mm정도 깊이로 형성하는데 Beatty⁴⁰⁾는 와동충전이 근관 쪽으로 확장될 수록 amalgam의 치근단 폐쇄가 좋아진다고 한 반면 Edmunds³⁷⁾는 근단부 와동의 깊이가 변연접합성에 영향을 주지않는다고 한 바 있어 일반적으로 2mm의 깊이를 추천하고 있다.

본 실험에서도 2mm로 형성하였으며 시술부위가 치관부 수복과는 다른 상황임을 고려할 때 치근단부의 부근관들이 치근단절제술로 제거될 것이고 더 깊은 와동은 천공될 우려가 있으므로 불필요할 것이라 사료되었다.

이처럼 형성된 와동충전에 사용되는 역행충전재로써 임상적으로 가장 널리 사용되었던 것은 아말감으로 특히 non-zinc 아말감이 선호되고 있다.

Kimura^{22,23)}는 non-zinc 아말감이 zinc 아말감보다 치근단 밀폐성이 우수한 재료는 아니라고 하였지만 zinc의 주변조직에 대한 반응을 실험한 Omnell²⁹⁾은 zinc아말감으로 충전시 주변골조직의 파괴가 일어남으로 non-zinc 아말감의 사용을 추천하였다. 본 연구에서도 non-zinc 아말감을 사용하였다. 연구결과에서 보이는 것 처럼의 변연폐쇄가 충분하지 못함에도 불구하고 실제 임상에서 오랜기간 성공적으로 사용되어 왔는데 이는 치근단술 자체가 주근관 및 부근관의 감염된 부분을 제거하며, 감염된 치근단 소파술로 인해 치유가 촉진되기 때문이다. 또한, gamma-2 phase로 부터 생긴 부식성산물의 축적, amalgam의 팽창⁴⁰⁾ 등에 의해 생긴 복합적인 작용으로 역행충전재인 아말감이 임상적인 성공을 보인 것으로 생각되어진다. 한편 Gordon과 Mattison²⁵⁾은 amalgam 역행충전시 varnish로 도포하면 변연누출의 감소를 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 아말감의 주변조직에 대한 생물학적 적합성에 대해 Safavi³²⁾에 의해 충전후 72시간 배양에서 아말감으로 충전한

것이 레진충전보다 충전물 표면에 더 많은 세포밀도가 관찰되었으며, 아말감의 사용에 대해 여러가지 문제점이 나타나는데²⁴⁾ 첫째, 아말감 충전시 기구등의 필요로 인해 신속한 삽입이 어렵고, 둘째, 시술부위가 건조되어야 하며, 셋째, 아말감의 부착을 위해 와동내에 침와가 형성되어야 하며, 마지막으로 아말감 잔존물들의 분산시 제거가 어렵다는 단점이 있다. 또한 아말감의 부식에 의해 만들어진 유해금속이온들의 방출되 수에 의한 신경계의 유해작용들도 다른 재료의 선택을 요구하는 중요한 이유가 되었다¹⁴⁾.

이에 아말감 이외의 다른 여러 물질들을 역행충전재로 사용하는 것에 대한 많은 연구가 되어져 왔다. Abdal등⁴¹⁾은 SEM과 fluorescent dye를 이용하여 glass-ionomer cement과 heat sealed gutta-percha, Adaptic이 아말감에 비해 우수한 폐쇄효과를 보였다고 하였다. Gregory Smeed¹⁵⁾은 Teflon과 P-30, IRM에 비해 아말감의 누출이 현저히 크다고 하였다.

또한, Zetterqvist⁴²⁾은 아말감이 glass-ionomer cement보다 훨씬 높은 누출을 보였으며 두 재료 모두 시간에 따른 누출의 유의할 만한 변화를 보이지 않는다고 하였다. Moodnik등²⁸⁾은 scanning electron microscope을 이용하여, 아말감과 상아질 사이의 간격이 6~150um임을 발견하였으며 이처럼 형성된 틈새는 미생물 또는 다른 유해물질이 축적되어 치근단 조직의 염증을 유발시킬 수 있다고 하였다. Kaplan등²¹⁾은 아말감과 cold-burnished gutta-percha 비교시 gutta-percha가 누출이 적음을 보고하였으나, Smeed¹⁵⁾은 cold-burnished gutta-percha가 아말감보다 더 많은 누출을 야기한다고 보고하였다.

최근 점차 임상적에서 사용이 검증되고 있는 glass-ionomer cement는 polyacrylic acid와 혼합된 aluminosilicate powder로써 범랑질과 상아질에 극성, 이온결합 또는 물리화학적 결합을 한다. 따라서 치질과의 접합성이 우수하며 조작이 쉽고 치근단 주변조직에 대해 조직학적 반응이 적은 재료로 보고되고 있다²⁶⁾. 더불어 이 재료의 물리적 성질을 보완하기 위해 1985년 McLean과 Gasser²⁶⁾는 glass-metal powder를 첨가시켜 빠른 경화, 방사선불투과성, 생체적합성이 좋은 특성을 갖는 Cermet glass-ionomer cement를 non-zinc 아말감에 비해 더 적은 변연누출을 나타냄을 보고하였다. 본 실험에서도 Cermet

glass-ionomer cement인 Ketac-silver가 Zinc-free amalgam보다 변연누출이 적게 나타나 일차된 결과를 보였다. 이처럼 glass-ionomer cement을 역행 충전물로 사용시 와동의 폐쇄를 증가할 목적으로 시행하는 polyarylic acid등의 표면처리에 대하여 많은 논란이 되어왔다¹⁴⁾. Dipple등¹²⁾은 dentin에서의 와동형성시 만들어진 smear layer가 노출된 상아세관들을 차단할 수 있어 35% 정도 상아질 투과성을 줄일 수 있다고 하였으며 표면의 산처리에 의한 smear layer의 제거는 상아질 세관을 노출시켜 치근단 부위에 절단된 상아질면의 투과성을 증가시킨다고하였다. 본 실험에서도 상아질의 전처리로서 polyacrylic acid의 사용은 cement의 폐쇄효과를 증가시키지 않았다고 사료되어 상아질에 대한 처치는 사용하지 않았다. 또한 Barkhorder등⁶⁾은 glass-ionomer cement를 충전후 varnish를 도포하였을 때 더 우수한 변연접합성을 보고한 바 있다. 이처럼 glass-ionomer cement 충전후의 varnish 도포는 초기경화 반응동안 수분에 의한 오염 및 탈수를 효과적으로 방지할 목적으로 사용되며¹⁴⁾ 이러한 문제점은 최근 개발된 가시광선 중합형 glass-ionomer cement을 사용하면 보다 효과적으로 해결될 수 있으리라 생각된다.

그러나 상아질의 구성성분의 65%가 무기질이며 나머지는 주로 교환염유인 유기질 및 물로 이루어졌다는 점과 치면에서 체액교환이 끊임없이 일어나 완벽하게 건조시키지 못하므로 glass-ionomer cement를 역행충전제로 실제 임상에서 적용시 습기 조절 문제가 여전히 결합력을 좌우하는 관건이 되리라 생각된다. 한편 ZOE 계통의 물질인 IRM에 대해서 Abdal과 Retief⁴⁾, Smee등¹⁵⁾은 변연폐쇄효과가 우수하다고 하였으며, Kearney의 조직반응 연구에서도 IRM은 90일후 거의 염증을 유발하지 않았으며, Blackman등⁸⁾도 IRM이 생체적합성이 우수하며 역행충전제로 유용함을 주장하였다. 또한 기존의 근관 충전물인 gutta-percha의 burnishing에 의한 변연폐쇄효과에 대하여 Escobar등¹³⁾은 zinc-free amalgam과 injectable thermoplasticized low-temperature gutta-percha(Ultrafil)를 비교하여, 그들은 두 방법사이에 뚜렷한 유의성이 없음을 보고하였고, Tanzilli등³⁶⁾은 scanning electron microscope을 이용, 상아질에 대해 gutta-percha가 가장 변연접합성이 우수하다고 하였으며 본 실험에서도 아말감에 비해 gutta-percha가 변연폐쇄효과에 있어서 우수하게 나

타났다. 외과적 처치부위의 수분과 혈액의 조절은 아말감을 사용할 때보다 glass-ionomer cement나 thermoplasticized gutta-percha 사용할 때 특히 주의할 기울여야 하는데²⁷⁾ 이는 수분과 혈액이 충전재의 경화를 촉진시켜 와동벽에 결합하는 것을 방해하기 때문이다.

수복물의 변연누출을 측정하는 방법중 색소이용법은 진공상태에서 실험을 시행하지 않을 경우에는 공기의 침투가능성이 있어서 결과의 신빙성이 의심되나 가장 오래된 방법으로 간편하고 경제적이며 육안으로 뚜렷이 확인할 수 있는 장점이 있다^{10, 25)}. 색소를 이용한 연구에서 부근관등을 통한 색소침투도 가능할 것으로 예상되므로 치근단의절단면 전체가 염색액에 노출되도록 하는 것이 인정되어²⁷⁾ 본 실험에서는 varnish를 치근단에 도포하지 않는다.

정선적 측정방법은 근관의 미세누출을 직접적으로 정선적인 측정을 할 수 있게 해주지만 이차원적 묘사만을 제공한다. 본 실험에서는 절단된 치근면에서 근관벽을 따라 색소가 침투된 범위까지를 측정하였다. 변연누출을 분석하기 위한 분광측광기의 사용은 linear 측정법에서 측정할 수 없는 3차원적 관찰과 상아세관을 따라 측방으로 이루어진 누출까지 측정할 수 있는 장점을 갖고 있으나 치아의 크기, dye에 침전된 시간, dye의 농도, 치아를 용해시키는데 사용된 acid의 농도와 근관계를 폐쇄시키는 방법등이 커다란 차이를 야기할 수 있어 이 방법을 사용한 다른 연구들과 직접적인 비교는 어려우나, 재료 및 와동형성 조건에 따른 변연누출 경향의 상대적 평가는 가능한 것으로 보인다^{18, 20)}.

색소침투 길이와 분광측광기 사이의 연관성은 Kendall분석법¹³⁾에 의하여($P < 0.05$) IRM을 충전한 군을 제외한 나머지군에서는 상관관계가 없음을 보였으며, 이것은 실험상의 표본수가 적음으로 인해서로 야기될 수 있다고 사료된다.

본 연구에서의 색소침투 길이와 분광측광기 결과로 미루어 외과적 치근단절제술후 이용되는 역행충전재는 지금까지 널리 사용된 아말감보다 silver-glass ionomer가 더 적은 변연누출을 보인 것을 알 수 있다. 또한 와동형성기구에 따른 변연누출에는 큰 차이가 나타나지 않았으나 임상적으로 사용시에는 수평절단후 기구의 접근이 용이하여, 과도한 치질삭제를 줄일 수 있는 Ultrasonic retrograde tip 사용이 보다 효과적인 것이라 생각되며 향후 다양한 충전재의

변연누출 정도와 물리적 성질에 대하여서는 계속적인 연구고찰이 필요하다고 생각되며 시술시 사용의 간편성을 위한 시술방법의 개선과 아울러 충전재와 주변조직과의 조직학적 반응에 관한 연구도 더 이루어져야 할 것이라고 사료된다.

V. 결 론

저자는 근관치료법중 외과적 처치시 외동형성 기구와 역행충전재에 따른 변연누출의 차이를 알고자 발거된 80개의 단근치를 근관 충전후 새로운 외동형성 기구인 Ultrasonic retrograde tip과 Conventional method를 이용하여 외동형성후 각군 공히 10개씩 Amalgam, Ketac-silver, IRM, Cold-burnished gutta-percha(CGP)로 역행충전하여 2% methylene blue 색소를 이용한 치근단 부근부위의 침투길이 및 분광측정기 분석을 통하여 변연폐쇄 효과를 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Amalgam 충전군에서 변연누출이 가장 크게 나타났으며, Ketac-silver 충전군에서 변연누출이 가장 적게 나타났다.
2. 색소침투길이에 따른 평가결과 Ultrasonic retrograde tip method 및 Conventional method 공히 Ketac-silver 충전군과 CGP 충전군이 Amalgam 충전군과 IRM 충전군에 비해 치근단 폐쇄가 우수한 것으로 나타났다($P < 0.05$).
3. 분광측정기 분석결과 Ultrasonic retrograde tip method 사용한 실험에서는 Ketac-silver 충전군이 IRM 충전군보다 치근단 폐쇄 효과를 우수한 것으로 나타났다($P < 0.05$).
4. 분광측정기 분석결과 Conventional method를 사용한 실험에서는 Ketac-silver 충전군이 Amalgam 충전군보다 치근단 폐쇄가 우수하게 나타났다($P < 0.05$).

REFERENCES

1. 도정욱, 권혁춘 : Retrograde filling시 수중 충전재료에 따른 폐쇄효과에 대한 연구. 대한치과보존학회지., 14 : 97, 1989.
2. 한충경, 양홍서 : 역행충전시 수복재와 외동형

태에 따른 변연누출의 정량적 분석. 대한치과보존학회지., 15 : 97, 1990.

3. Abdal, A. K, Retief, D. H., and Jamison, H. C. : The apical seal via the retrosurgical approach. part 2. An evaluation of retrofilling material. Oral Surg., 54 : 213-218, 1982.
4. Abdal, A. K., and Retief, D. H. : The apical seal via the retrosurgical approach. I. A preliminary study. Oral Surg., Vol. 53, No. 6, 1982.
5. Arens DE., Adams WR., and De Castro RA. : Endodontic surgery. philadelphia, Harper and Row, 1981, 129.
6. Barkhordar, A. R., Pelzner, R. B., and Stark, M. M. : Use of glass-ionomers as retrofilling materials. Oral Med. Oral Surg. Oral Pathol., 67 : 734-749, 1989.
7. Beltes, P., Zervas, P., Lambrianidis, T., and Molyvdas, i. : In vitro study of the sealing ability of four retrograde filling materials. J. Endodon. Dent Traumatol., 4 : 82-84, 1988.
8. Blackman R., Gross M., and Seltzer S. : An evaluation of the biocompatibility of a glass ionomer-silver cement in rat connective thssue. J. Endodon., 15 : 76-79, 1989.
9. Bowen, R. L. : Properties of a silicate-reinforced polymer for dental restoration. J. A. D. A., 66 : 71, 1963.
10. Delivanis, P. D., and Chapman, K. A. : Comparison and reliability of technique for measuring leakage and marginal penetration. Oral Surg., 53 : 410, 1982.
11. Delivanis, P., Tabibi, A., and Minn, M. : A comparative sealibility study of different retrofilling materials. Oral Surg., 45 : 273, 1978.
12. Dippel HW., Borggreven JMPM., and Hoppenbrouwers PMM. : Morphology and permeability of the dentinal smear layer. J. Prosthet Dent., 52 : 657-662, 1984.
13. Escobar C., Michanowicz AE., Czonstkowsdy M., and Miklos FL. : A comparative study between injectable low-temperature(70°C) gutta-percha and silver amalgam as a retroseal. Oral

- Surg., 61 : 504–507, 1986.
14. Friedman, S., Rotstein, I., Koren, L., and Trope, M. : Dye leakage in retrofilled dog teeth and its correlation with radiographic healing. *J. Endodon.*, 17 : 392, 1991.
 15. Gregory Smee et al : A Comparative leakage study of P-30 resin bonded ceramic, Teflon, Amalgam and IRM as retrofilling seals. *J. O. E.*, Vol. 14, No. 3, 1987.
 16. Grossman, L. I. : *Endodontic practice*, ed. 8. Philadelphia, Lea and Febiger., 1974, 285–286.
 17. Harrison J., and Todd M. : The effect of root resection on the sealing property of root canal obturations. *Oral Surg.*, 264–272, 1980.
 18. Ichesco, W. R., Ellison, R. L. and Corcoran, J. F. : A spectrophotometric analysis of dentinal leakage in the resected root. *J. Endodon.*, 17 : 503, 1991.
 19. Ingle, J. I., and Beveridge, E. E. : *Endodontics*, ed 2. Philadelphia, Lea and Febiger., 1976, 243–265.
 20. Johnson WT, and Zakanasen KL. : Spectrophotometric analysis of microleakage in the curved canals round in the mesial roots of mandibular molars. *Oral Surg.*, 56 : 305–309, 1983.
 21. Kaplan, S. D., Tanzilli, J. P., Raphael, D., and Moodnik, R. M. : A comparison of the marginal leakage of retrograde techniques. *Oral Surg.*, 54 : 538, 1982.
 22. Kimura, J. T. : A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. Part 1 : *J. Endodon.*, 8 : 359–363, 1982.
 23. Kimura, J. T. : A comparative analysis of zinc and non-zinc alloys used in retrograde endodontic surgery. Part 2. : Optical emission spectrographic analysis for zinc precipitation. *J. Endodon.*, 8 : 407, 1982.
 24. Kopp, W. K., and Kresberg, H. : Apicoectomy apical seal and tissue reaction with Retrograde Gold Foil. *N. Y. State Dent. J.*, 39 : 8–11, 1973.
 25. Mattison GD. von Fraunfer JA, Delivanis PD, and Anderson AN. : Microleakage of retrograde amalgams. *J Endodon.*, 11 : 340–345, 1985.
 26. McLean, J. W., and Gasser, O. : Glass-cermet cements. *Quintessence Int.*, 16 : 333–343, 1985.
 27. Michanowicz A., and Czonstkowsdy M. : Sealing properties of an injection thermoplasticized low-temperature(70°C) gutta-percha : a preliminary study. *J. Endodon.*, 10 : 563–566, 1984.
 28. Moodnik RM, Levy MH, Besen MA, and Borden BG. : Retrograde amalgam filling : A scanning electron microscopic study. *J. Endodon.*, 1 : 28–31, 1975.
 29. Omnell, K. : Electrolytic precipitation of zinc carbonate in the jaw. An unusual complication after root resection. *Oral Surg.*, 12 : 846, 1956.
 30. Pissiotis, E., Sapounas, G., and Spangberg, L. S. W. : silver glass ionomer cement as a retrograde filling material ; A study in vitro. *J. Endodon.*, 17 : 225, 1991.
 31. Rud J., and Andreasen J. : A study of failure after endodontic surgery by radiographic historic and stereomicroscopic methods. *Int. J. Oral Surg.*, 1 : 311–328, 1972.
 32. Safavi, K. E., Spangberg, L., Sapounas, G., and macaliser, T. J. : In vitro evaluation of biocompatibility and marginal adaptation of retrofilling materials. *J. Endodon.*, 14 : 538–542, 1988.
 33. Schwartz, S. A., and Alexander, J. B. : A comparison of leakage between silver-glass ionomer cement and amalgam retrofillings. *J. Endodon.*, 14 : 385–391, 1988.
 34. Stabhoiz, A., shani, J., Friedman, S., and Abed, J. : Marginal adaptation of retrograde fillings and its correlation with sealability. *J. Endodon.*, 11 : 218–223, 1985.
 35. Szermeta-Browar, T. L., Bancura, J. E., and Zaki, A. E. : A comparison of the sealing pro-

- erties of different retrograde techniques : An autoradiographic study. *Oral Surg.*, 59 : 82, 1985.
36. Tanzilli, J. P., Raphael, D., and Moodnik, R. M. : A comparison of marginal adaption of retrograde techniques : A scanning electron microscopic study. *Oral Surg.*, 50 : 74-80, 1980.
 37. Thirawat, J., and Edmunds, D. H. : Th sealing ability of materials use as retrograde root filling in endodontic surgery. *Int. Endodon. J.*, 22 : 295-298, 1989.
 38. Tronstad, L., Trope, M., Doering, A., and Hasselgren, G. : Sealing ability of dental amalgams as retrograde fillings in endodontic therapy. *J. O. E.*, 9 : 551-553, 1983.
 39. Tuggle, S. T., Anderson, R. W., abteram E. A., and Neaverth, E. J. : A dye penetration study of retrofilling materials. *J. Endodon.*, 15 : 122-124, 1989.
 40. Vertucci FJ., and Beatty RG. : Apical leakage associated with retrofilling techniques : a dye study. *J Endodon.*, 12 : 331-336, 1986.
 41. Weine, F. S. : *Endodontic therapy*. 3rd ed. Mosby Co., 1982. 455-461.
 42. Zetterqvist, L., Anneroth, G., Danin, J., and Rodding, K. : Microleakage of retrograde fillings-a comparative investigation bgetween amalgam and glass-ionomer cement. *Int. Endo. J.*, 21 : 1-8, 1988.
 43. Zidan, O., and EIDeeb, M. E. : The use of a dentinal bonding agent as a root canal sealer. *J. Endodon.*, 11 : 176, 1985.

논문 사진부도



Fig. 2. Dye penetration ; Using Ultrasonic retrograde tip



Fig. 3. Dye penetration ; Using Conventional method