

근관충전용 글라스 아이오노머 시멘트의 근단 폐쇄성과 치질 적합성에 관한 연구

경희대학교 치과대학 치과보존학교실

김현아 · 최기운

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

근관치료의 치료과정은 근관내 감염된 치수 유기물 잔사와 세균을 제거하고 근관형성을 한 후 삼차원적으로 근관을 충전하는 것이다¹⁾. 그리고 근관충전은 근관치료의 최종과정으로서 근관이 무자극성의 생체 적합물로 완전히 폐쇄되어야 하며, 불완전한 근관충전은 근관치료의 실패에 중요한 원인이 된다^{2,3)}.

일반적으로 사용되고 있는 근관충전법은 gutta-percha 같은 반고형의 주충전재와 함께 근관충전용 시멘트로 근관을 폐쇄하는 것이다⁴⁾.

Gutta-percha는 충전방법에 관계없이 상아질과 접착성이 없으므로⁵⁾ 상아질과 접착성이 있으며 윤활제 역할을 하는 근관충전용 시멘트가 함께 사용되어야 하며 근관충전용 시멘트의 물리적 성질이 근관폐쇄에 영향을 미칠수 있다⁴⁾.

이상적인 근관충전용 시멘트는 치수와 치근단에 무해하고 항균효과가 있어야 하며 상아질 및 주충전재와 접착성이 있어야 하고 삼입이 용이하며 작업시간이 충분해야 하고 충전후 수축이 없고 조직액에 용해되지 않고 제거가 용이해야 한다⁶⁾. 그러나, 현재 이상의 조건을 만족시키는 재료는 개발되지 않았으며 산화아연유지놀계, 에폭시레진계 및 수산화칼슘계 등의 근관충전용 시멘트가 임상에서 사용되고 있는 실정이다.

글라스 아이오노머 시멘트는 1960년대 중반에 개발되어 Wilson과 Kent⁷⁾에 의해 결손된 치아의 수복재료로 소개되었다. 글라스 아이오노머 시멘트는 무기질과 유기질이 함유된 혼합형 시멘트(hybrid cement)로서, calcium fluoro-aluminosilicate glass 분말과 tartaric acid를 포함한 acrylic acid의 액으로 구성되어 있다⁸⁾. 근관충전용으로 사용되는 글라스 아이오노머 시멘트는 생체 적합성이 우수하고⁹⁾, 장기간 불소를 방출하여 항균효과를 지니며¹⁰⁾, 치질과 화학결합¹¹⁾을 하여 변연누출과 세균의 침투를 막아주는 성질을 가지고 있으나, 임상적용시 조작이 어렵고 수분예민성 등 극복해야 할 문제점들이 보고되고 있다.

Pitt Ford¹²⁾와 Zmener¹³⁾가 글라스 아이오노머 시멘트를 근관치료에 적용시킨 연구를 시작으로 Blackman¹⁴⁾과 Jonck 등⁹⁾은 글라스 아이오노머 시멘트의 생체 적합성에 관하여 연구하였고,

Table 1. Root canal cements in this study

Product name	Batch Number	Manufacturer
Ketac-Endo	1491	ESPE, Germany
AH-26	940303	De Trey Co., Switzerland
Tubli-Seal	5-1090	Kerr Co., U.S.A.

Blackman¹⁴⁾과 Santini¹⁵⁾, Schwartz와 Alexander¹⁶⁾는 치근단 절제 후 역충전재로서의 사용여부에 대해 관찰하였다.

Ray와 Seltzer¹⁷⁾는 글라스 아이오노머 시멘트와 Grossman's sealer의 물리적 성질을 비교연구하였으며, Trope과 Ray¹⁸⁾는 글라스 아이오노머 시멘트로 근관충전한 경우의 치질 강화여부에 대해 연구하였다. 또한, 글라스 아이오노머 시멘트의 치근단 누출정도를 다른 근관충전용 시멘트와 비교한 연구도 보고되었는데, Brown과 Jackson¹⁹⁾, Oguntebi와 Shen²⁰⁾, Pitt Ford¹²⁾, Goldberg²¹⁾, 그리고 Saunders 등²²⁾은 글라스 아이오노머 시멘트의 치근단 누출정도가 다른 근관충전용 시멘트에 비하여 유사하거나 적다고 보고한 반면, Smith와 Steiman²³⁾, Holland 등²⁴⁾은 글라스 아이오노머 시멘트의 치근단 누출이 다른 근관충전용 시멘트보다 많다고 보고하였으며 Gee 등²⁵⁾은 글라스 아이오노머 시멘트(Ketac-Endo)와 AH-26의 접촉력과 파괴양상을 비교하였고, Wennberg²⁶⁾와 Orstavik 등²⁷⁾은 수종의 근관충전용 시멘트의 근관 적합양상을 주사전자현미경을 통하여 연구한 바 있다.

본 연구는 근관충전용 글라스 아이오노머 시멘트의 근단폐쇄성과 치질과의 적합상태 등을 색소침투법과 주사전자현미경 및 입체현미경을 이용하여 다른 근관충전용 시멘트와 비교, 평가하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

근침이 형성된 102개의 단근치를 실험에 사용하였다. 근관형성은 H-file(Maillefer, Switzer

Table 2. Experimental groups

Groups	N	Root canal cement
1	26	Ketac-Endo
2	26	AH-26
3	26	Tubli-Seal
4	24	-

N = Number of teeth

land)과 Gates-Glidden bur(Maillefer, Switzerland)를 사용하였으며 근관충전은 #2, 3 spreader(Pierce, Japan)를 이용하였다. 근관충전재는 gutta-percha cone(Sureproducts, Korea)과 accessory cone(Sureproducts, Korea)을 사용하였고, 근관충전용 시멘트는 Ketac-Endo(ESPE, Germany), AH-26(De Trey Co., Switzerland), 그리고 Tubli-Seal(Kerr, U.S.A.)을 사용하였다(Table 1). 근관입구는 Cavit(GC Co., Japan)로 봉쇄하였으며 색소는 India ink(Berol Co., Germany)를 사용하였다.

2. 실험방법

1) 실험군의 분류

실험은 근관충전에 사용된 근관충전용 시멘트에 따라 다음과 같이 4개의 실험군으로 분류하여 실시하였다(Table 2).

- 제 1군 : gutta-percha와 Ketac-Endo를 사용하여 근관충전한 군
- 제 2군 : gutta-percha와 AH-26을 사용하여 근관충전한 군
- 제 3군 : gutta-percha와 Tubli-Seal을 사용하여 근관충전한 군

제 4군 : 근관충전용 시멘트를 사용하지 않고 gutta-percha만으로 근관충전한 군

2) 근관형성 및 근관충전

생리 식염수에 보관된 102개의 발거된 단근치를 실험전 치석을 제거하고 치아에 부착된 연조직을 제거하기 위해서 5% 차아염소산나트륨 용액에 48시간 보관한 후, 치아를 백악-법랑경계부에서 절단하여 치관부를 제거하고 #10 file을 근단공밖으로 통과시켜 근단공의 개방여부를 확인하고 근단공보다 1.0mm 짧게 근관장을 결정한 후, 2.5% 차아염소산나트륨 용액으로 근관을 세척하고 #40 H-file로 근관장까지 확대한 후 근관확대 길이를 0.5mm씩 짧게하면서 file의 크기를 증가시켜 #60까지 step-back preparation으로 근관확대를 시행하였으며, file의 크기를 증가시킬 경우 매회 차아염소산나트륨 용액으로 근관을 세척하고 #2 및 #3 Gate-Glidden drill로 근관입구를 확대하였고, #10 file로 근단공의 개방을 유지하여 paper point로 근관을 건조하였다.

근관은 #40 gutta-percha cone과 fine-medium sized accessory cone으로 #2 및 #3 spreader를 사용하여 측방가압법으로 충전하였으며 각 군에 따라 다른 종류의 근관충전용 시멘트를 사용하였고, 4일간 100% 상대습도하에 치아를 보관하였다.

3) 색소침투도 측정

각 군당 20개의 치아를 근단공 주위 1mm만 제외하고 치아의 전 표면에 nail varnish를 2회 도포하여 3cc의 India ink로 채운 시험관에 시편의 근관 입구가 아래쪽을 향하도록 위치시키고, 20분간 3,000 rpm으로 원심분리기(삼일 산업사, Korea)를 이용하여 근관내로 색소를 침투시켰다. 잉여의 색소는 흐르는 물로 세척하고 nail varnish를 제거한 후, 5% 질산으로 3일간 탈회시킨 다음 흐르는 물에 2시간 동안 수세하고 80% alcohol에 24시간, 90%, 100% alcohol에 각 1시간씩 담가 치아를 탈수시켰으며, methyl salicylate(Junsei chemical Co., Ltd., Japan)에 처리하여 투명표본을 만들었다²⁸⁾. 색소침투정도는 눈금자가 부착된 입체현미경(Olympus,

Japan)하에서 25배의 배율로 측정하였다.

4) 주사전자현미경 표본 제작

각 군당 4개의 치아를 근원심축에 장축방향으로 구(groove)를 형성한 후 근관을 중심축으로 치아를 1/2로 절단하여 치아의 양 절편을 각각 aluminum stub에 부착시키고 ion coater system(IB-3 ION coater Eiko Co., Japan)을 이용하여 금증착한 다음, 주사전자현미경(S-2300 SEM, Hitachi Ltd., Japan)으로 근관충전용 시멘트와 치질간의 적합성, 파절면의 상태 및 시멘트의 상아세관내로의 침투여부 등을 40배와 1,000배의 배율로 관찰하였으며 40배에서는 근관충전재(gutta-percha)가 부착된 절편만을, 1000배에서는 근관충전재(gutta-percha)가 부착된 절편과 근관충전재가 떨어진 절편을 모두 관찰하였다.

5) 입체현미경 표본 제작

1, 2, 3군의 치아 2개씩을 근원심축에 장축방향으로 구를 형성하고 근관을 중심축으로 치아를 1/2로 절단시킨 후 근관충전용 시멘트의 파괴양상을 입체현미경을 이용하여 20배의 배율로 관찰하였다.

Ⅲ. 실험 성적

1. 색소침투도

각 군에 대한 평균 색소침투도는 표 3, 그림 1과 같다. 색소침투도는 제 2군에서 가장 적게 나타났다(9, 10, 11, 12). 근관충전용 시멘트를 사용한 1, 2, 3군은 서로 유사한 색소침투도를 나타내었으나($p > 0.01$), 근관충전용 시멘트를 사용하지 않은 4군은 근관충전용 시멘트를 사용한 군에 비하여 많은 색소침투도를 보였다($p < 0.01$).

2. 주사전자현미경 소견

1) 제 1군

40배 확대소견 : 상아질과 근관충전용 시멘트 간에 긴밀한 적합을 보였다.

Table 3. Mean dye penetration values

Groups	N	Mean±S.D.(mm)	Duncan's Multiple-range Test
1	20	0.4940±0.3390	
2	20	0.4180±0.3972	
3	20	0.5320±0.4420	
4	20	1.3210±1.2022	

N=Number of teeth

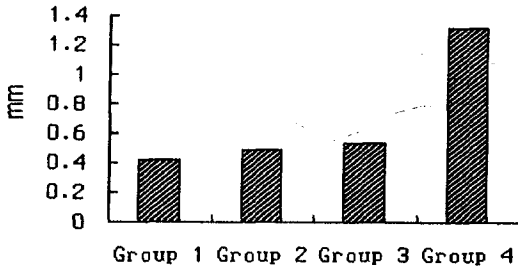


Fig 1. Mean dye penetration values

1,000배 확대소견 : 근관충전재 (gutta-percha)가 부착된 절편에서는 상아질과 근관충전용 시멘트간에 긴밀한 적합이 관찰되었고, 근관충전용 시멘트가 불규칙하게 상아질벽을 채우고 있는 양상이었으며, 파괴된 근관충전용 시멘트의 표면은 매우 불규칙하였다(Photo. 1).

근관충전재가 떨어진 절편에서는 근관충전용 시멘트의 구상형 filler들이 자갈처럼 조밀하게 붙어있는 모습이 관찰되었으며(Photo. 2), 근관충전재가 부착된 절편의 불규칙한 함몰부위는 근관충전재가 떨어진 절편에 있는 filler 입자의 음형으로 보여지므로 근관충전용 시멘트가 응집파괴된 것으로 판단되었다.

2) 제 2군

40배 확대소견 : 상아질과 근관충전용 시멘트간에 긴밀한 적합을 보였다.

1,000배 확대소견 : 근관충전재가 부착된 절편에서는 상아질과 근관충전용 시멘트간에 긴밀한 적합이 관찰되었고, 파괴된 근관충전용 시멘트층은 근관형성된 상아질벽외형과 유사하였고 비교적 평활하였으며 치아장축으로 균일한 양

상을 보였다(Photo. 3). 근관충전재가 떨어진 절편에서도 파절면의 양상이 근관충전재가 부착된 절편의 양상과 유사한 것으로 보아(Photo. 4), 상아질과 근관충전용 시멘트간의 파괴로 판단되었다.

3) 제 3군

40배 확대소견 : 상아질과 근관충전용 시멘트간에 긴밀한 적합을 보였다.

1,000배 확대소견 : 근관충전재가 부착된 절편에서는 상아질과 근관충전용 시멘트간에 긴밀한 적합이 관찰되었으며, 일부 불규칙한 부분도 있었지만 대부분 2군과 유사한 양상이었다(Photo. 5). 근관충전재가 떨어진 절편에서는 근관충전용 시멘트의 응집파괴(cohesive failure)가 일어난 것처럼 보이는 부위도 있었으나, 대부분 근관형성된 상아질벽외형과 유사한 것으로 미루어 상아질과 근관충전용 시멘트간의 파괴로 판단되었다(Photo. 6).

4) 제 4군

40배 확대소견 : 넓고 불규칙한 간격이 존재하였다.

1,000배 확대소견 : 근관충전재가 부착된 절편에서는 매끄러운 gutta-percha 표면이 불규칙한 상아질면을 따라 접촉된 부분도 있었으나 근관내면의 함몰된 부위는 빈공간으로 남아있는 소견을 보였고, 근관충전재가 떨어진 절편에서는 일부 개방된 상아세관과 도말층(smear layer)으로 덮여있는 상아질표면이 관찰되었다(Photo. 7, 8).

3. 입체현미경 소견

1) 제 1군

근관충전용 시멘트가 gutta-percha와 치질면에 주로 부착되어 있었으므로 근관충전용 시멘트의 응집파괴가 발생되었음을 알 수 있었다(Photo. 13, 14).

2) 제 2군

근관충전용 시멘트가 치질면에는 부착되어 있지 않고, gutta-percha표면에 부착되어 있었으므로 상아질과 근관충전용 시멘트간 계면파괴임을 알 수 있었다(Photo. 15, 16).

3) 제 3군

근관충전용 시멘트가 치질에도 소량 존재하였으나, 대부분 gutta-percha에 부착되어 있었으므로 상아질과 근관충전용 시멘트간 계면파괴임을 알 수 있었다(Photo. 17, 18).

IV. 총괄 및 고안

근관치료의 목적은 감염 및 괴사된 치수조직을 제거하고, 체액에 의해 용해되지 않는 불활성 재료로 근관을 완전 폐쇄하여, 근단공을 통한 누출을 방지하고 근관내의 무균상태 유지, 감염방지 및 근단부 창상의 치유를 촉진하여 치아를 보존할 수 있도록 하는 것이다^{29,30}. 그러나 근관충전에 사용되는 gutta-percha는 변형이 일어나기 쉬우며, 근관벽과 접착하지 못하므로 근관충전용 시멘트를 병행하여 사용하여야 한다.

이상적인 근관충전용 시멘트를 개발하고자 하는 노력이 계속되어 AH-26과 Protocol³¹, 산화아연유지놀 시멘트³² 및 수산화칼슘계 시멘트³³ 등에서 양호한 결과가 보고되었으나, 이들은 어느 정도의 미세누출이 발생되어 성공적인 치료를 위한 변연누출 정도는 아직 확립되지 않고있다. 그러므로, 생체에 무자극적이고 변연누출을 방지하는 근관충전용 시멘트의 개발을 위한 연구가 계속되었으며 폴리카르복실레이트 시멘트³⁴, 글라스 아이오노머 시멘트³⁵ 및 레진제제인 상아질접착제³⁶ 등이 그것이다.

글라스 아이오노머 시멘트는 생체 적합성이 우수하고⁹, 장기간 불소를 유리하여 근관치료에

서 잠재적인 항균효과를 가지며¹⁰, 치질과 화학 결합을 하여 세균의 침투와 누출을 방지¹¹하는 등의 장점을 지니고 있으나, 장기간의 임상결과와 기초적 연구가 부족한 실정이다. 이에, 본 연구에서는 근관충전용 시멘트의 가장 중요한 요구조건 중 하나인 근단 폐쇄성과 치질 적합성을 색소침투법과 주사전자현미경 및 입체현미경을 이용하여 알아보려 하였다.

색소침투법은 투명표본법과 병행시 치근단 누출여부를 연구하는데 적절한 방법이 될 수 있으며, 충전의 형태, 범위, 균일성 및 적합성 등을 쉽게 관찰할 수 있고, 누출의 범위와 분포 정도 측정 가능하다^{5,37}. 색소를 침투시키는 방법에는 수동적 침지법(passive immersion), 진공법(vacuum method), 그리고 원심분리법 등이 있는데 본 연구에서 사용된 원심분리법은 색소침투시 모세관 현상을 최소화 할 수있고 주입된 공기를 쉽게 제거할 수 있으며 정수압(hydrostatic pressure)을 증가시켜 색소를 좀더 깊이 침투시킬 수 있는 방법이다^{5,38}.

색소침투도에 대한 본 연구의 결과에서, 근관충전용 시멘트를 사용하지 않은 4군이 근관충전용 시멘트를 사용한 1, 2, 3군에 비해 많은 색소침투도를 보였는데, 이는 선행된 연구결과와 일치하였다^{5,12,19,20,23}. 그러므로, 근관폐쇄효과를 증진시키기 위해서는 근관충전시 근관충전용 시멘트를 반드시 사용하여야 한다. 또한, Ketac-Endo의 색소침투도가 근관충전용 시멘트로 많이 사용되고 있는 AH-26이나 Tubli-Seal의 색소침투도와 유사하므로써 이들을 대체할만한 재료로 여겨진다. 이를 뒷받침하는 많은 연구들이 있는데, Brown과 Jackson¹⁹은 Ketac-Endo가 Roth's 801 시멘트와 유사한 색소침투도를 나타냈다고 보고하였고, Oguntebi와 Shen²⁰은 글라스 아이오노머 시멘트인 Ketac-Cem의 색소침투도가 AH-26과 유사하다고 보고하였으며, Pitt Ford¹²는 글라스 아이오노머 시멘트인 ASPA IV가 Tubli-Seal의 색소침투도와 유사함을 관찰하였다. Goldberg²¹ 등과 Saunders 등²²도 글라스 아이오노머 시멘트가 Tubli-Seal에 비하여 치근단 누출이 유사하거나 더 적다고 보고하였다.

그러나 Smith와 Steiman²³에 의하면 Ketac-

Endo가 Tubli-Seal이나 Roth's 801 시멘트에 비해 색소침투도가 많이 나타났다고 하였고, 그 요인으로 Ketac-Endo가 수분에 민감하고 윤택작용이 적기 때문이라고 하였다. Holland 등²⁴⁾도 Ketac-Endo가 Sealapex보다 누출이 더 크다고 하였고, Gee 등²⁵⁾도 Ketac-Endo가 AH-26보다 누출이 더 많았다고 보고하였는데 그 원인으로 Ketac-Endo의 조기경화와 커다란 체적수축 및 접착파괴를 지적하였다.

근관충전용 시멘트의 폐쇄능력에 관한 색소침투도의 연구결과가 상반되게 나타나는 요인으로 근관충전용 시멘트의 물리적 성질 뿐 아니라 검사방법³⁹⁾, 근관형태⁴⁰⁾, 근관형성법⁴¹⁾, 근관충전법⁴²⁾ 및 술자의 숙련도의 차이⁴³⁾ 등을 들 수 있으며 그외에도 색소침지 시간(immersion time), 누출 평가 방법, 누출의 분석, 그리고 근관충전 후 색소에 침지하기까지의 경과된 시간 등도 영향을 미칠 수 있다⁴⁴⁾.

주사전자현미경법은 상아질과 근관충전용 시멘트간의 적합상태를 보다 정확히 관찰할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 다양한 깊이의 시멘트-상아질간 접촉면을 볼 수 없고, 특정면만을 관찰하므로 각 표본에서 상아질의 다양한 두께에 따라 나타나는 변화를 판단할 수 없으며, 시편제작 중에 발생하는 탈수로 인해 artifact가 생길 수도 있다¹⁷⁾.

본 연구에서는 근관벽에 대한 근관충전용 시멘트의 적합성과 파괴양상을 비교하기 위하여 근관충전한 치아의 근관을 중심으로 치아를 1/2로 분리한 후 근관충전재가 부착된 절편과 근관충전재가 떨어진 절편을 주사전자현미경 및 입체현미경으로 관찰하였는데, 근관충전용 시멘트를 사용하지 않은 4군의 주사전자현미경소견에서는 gutta-percha와 치질간에 넓고 불규칙한 간격이 관찰되었으며, 근관내부의 불규칙한 함몰부가 빈공간으로 남아있었다. 이러한 소견은 현저히 많은 누출을 보인 색소침투도의 결과와 상통한다고 볼 수 있다. 또한 근관충전재가 떨어진 절편 소견에서 차아염소산나트륨 용액으로 근관세척시 유기물질의 제거로 인한 상아세관의 부분적 개방이 일어남을 알 수 있었다. 근관충전용 시멘트를 사용한 1, 2, 3군의 주사전자현미경

소견에서는 시멘트의 종류에 관계 없이 상아질과 근관충전용 시멘트간에 긴밀한 적합이 관찰되었으며, 근관충전용 시멘트가 상아세관내로 삽입된 양상은 어느 군에서도 발견되지 않았다.

한편, 주사전자현미경소견에서 관찰된 근관충전용 시멘트의 파괴양상은 각 군마다 다소의 차이가 있었다. Ketac-Endo를 사용한 1군의 경우, 근관충전재가 부착된 절편에서는 근관충전용 시멘트의 matrix가 불규칙한 면을 이룬 채 gutta-percha를 덮고 있었고, 근관충전재가 떨어진 절편에서는 근관충전용 시멘트의 구상형의 filler 입자가 자갈처럼 matrix에 부착되어 있었으며, 근관충전재가 부착된 절편의 불규칙한 함몰부위가 근관충전재가 떨어진 절편에 있는 돌출된 filler입자의 인기된 부위로 보여지며 이것은 시멘트의 응집파괴로 판단되었다. 입체현미경소견에서도 근관충전용 시멘트가 치질과 gutta-percha에 모두 부착되어 있었는데 이는 근관충전용 시멘트가 치질과 gutta-percha에 모두 잘 결합하고 있음을 입증해준다. AH-26을 사용한 2군의 경우, 파괴된 근관충전용 시멘트층이 근관충전재가 부착된 절편과 근관충전재가 떨어진 절편 모두 근관형성된 근관벽의 외형과 유사하였으므로 상아질과 근관충전용 시멘트간의 파괴로 판단되었다. 입체현미경소견에서도 근관충전용 시멘트가 치질에는 부착되지 않고 대부분이 gutta-percha에 부착되어 있었다. 이는 AH-26이 상아질보다 gutta-percha에 더 강하게 결합되어있음을 의미한다. Tubli-Seal을 사용한 3군의 경우, 대부분 상아질과 근관충전용 시멘트간의 파괴로 판단되었으며 2군에 비하여 시멘트층이 다소 불규칙하였고 균열 등이 관찰되었다.

입체현미경소견에서 근관충전용 시멘트가 치질에도 소량 존재하였으나, 대부분 gutta-percha에 부착되어 있음을 확인하였다.

Ketac-Endo가 치질과의 적합성도 긴밀하였고, 파절면 양상도 시멘트의 응집파괴가 나타나는 것으로 보아 치질적합성이 가장 우수하다고 할 수 있다. 이는 근관벽에 대한 적합성이 Grossman's sealer보다 우수하였고 화학결합하는 양상을 보였다고 보고한 Ray와 Seltzer¹⁷⁾의 연구와 일치한다. 그럼에도 불구하고 1군의 색소

침투도가 다른 군보다 우수하지 않은 이유는 Ketac-Endo의 상대적으로 낮은 윤활작용과, spreader 삽입시 발생하는 마찰열로 인한 시멘트의 부분적인 조기 경화 및 술자의 숙련도 차이 등으로 사료된다.

그러나, Gee 등²⁵⁾은 Ketac-Endo와 AH-26의 접착력과 분리양상 등을 비교하였는데, Ketac-Endo에서는 주로 접착파괴가, AH-26에서는 주로 응집파괴가 일어났다고 하였으며, 누출은 Ketac-Endo의 경우 상아질-시멘트계면에서, AH-26의 경우 시멘트사이에서 발생했다고 보고하였다. 그 이유로 AH-26은 경화시간이 길어 시멘트와 치질간에 접착되는 시간이 충분히 길므로 발생한 수축이 미경화된 시멘트사이에서 일어나는 반면, Ketac-Endo에서는 경화시간이 짧아 발생된 경화수축응력이 시멘트-치질간 접착파괴를 일으키기 때문이라 하였다.

Wennberg 등²⁶⁾은 수종의 근관충전용 시멘트의 접착양상을 비교한 결과 Tubli-Seal은 상아질과의 경계면에서, AH-26은 gutta-percha와의 경계면에서 분리가 일어났다고 보고하였고 Orstavik²⁷⁾은 AH-26이 상아질보다 gutta-percha와 더 강한 결합을 한다고 보고하였다.

AH-26은 resin의 특성상 시간경과에 따라 수축할 가능성이 있고, Tubli-Seal에서는 많은 균열이 관찰되어 시간경과에 따른 색소침투도의 재측정과 주사전자현미경을 통한 적합도의 재평가가 수반되어야 한다고 사료된다.

요약하면, 근관충전용 시멘트를 사용한 1, 2, 3군의 경우 적은 색소침투도와 근관벽에 대한 긴밀한 적합성을 나타내었으나, 근관충전용 시멘트를 사용하지 않은 4군에서는 색소침투도가 많고 근관벽에 대한 적합성도 불량하였으므로, 색소침투도와 근관적합성은 서로 관련이 있다고 할 수 있다. 또한, 근관충전용 글라스 아이오노머 시멘트는 다른 근관충전용 시멘트에 비해 유사한 색소침투도와 근관적합성을 보인 것으로 보아 근관충전용 시멘트로의 사용이 가능하다고 판단된다.

한편, Orstavik 등²⁷⁾은 접착정도와 누출의 결과와는 관련이 없다고 보고하였는데 그 예로, gutta-percha와 상아질에 불량한 접착을 보인

Sealapex가 우수한 접착을 보인 CRCS보다 누출이 더 적거나 유사하였다고 주장하였다. 이처럼 접착과 누출도의 결과가 일치하지 않는 것은 색소에 대한 재료의 wetting이 색소침투도에 영향을 미칠수 있으며⁴⁵⁾, 시멘트에 포함된 filler의 함량, 그리고 신장력에 의해 측정된 접착력이 상아질과 gutta-percha에 대한 시멘트의 균일한 적합성을 반영하는 것은 아니기 때문이라고 지적하였다.

글라스 아이오노머 시멘트를 사용시 장점은 치질 강화효과도 있다는 것으로 Trope와 Ray¹⁸⁾에 의하면, 글라스 아이오노머 시멘트를 이용하여 근관충전시 Roth's 801 시멘트를 사용한 경우에 비하여 치아의 파절 저항성이 크다고 보고하였으며, 그 이유로 치질과 접착(adhesion)하여 치질을 강화시키기 때문이라고 하였다. 치근의 수직파절은 근관치료의 심각한 합병증 중의 하나이고 발생시 발치해야 하므로, 치아강화효과를 지닌 근관충전용 시멘트의 사용은 임상적으로 가치가 있다.

이상의 결과에 의하면, 글라스 아이오노머 시멘트는 근관충전용 시멘트로서 근단 폐쇄성과 치질 적합성 측면에서 이복시레진계 및 산화아연유지놀계 근관충전용 시멘트와 대체사용할 만한 재료로 여겨지며, 물리적 성질의 개선과 함께 임상적용에 대한 계속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

근관충전용 글라스 아이오노머 시멘트인 Ketac-Endo의 근단 폐쇄성과 치질 적합성을 AH-26 및 Tubli-Seal과 비교하기 위하여 102개의 단근치를 사용하여 근관형성을 하고 gutta-percha와 Ketac-Endo를 사용하여 근관충전한 군을 1군, gutta-percha와 AH-26을 사용하여 근관충전한 군을 2군, gutta-percha와 Tubli-Seal을 사용하여 근관충전한 군을 3군으로 분류하여 측방가압법으로 근관충전을 하고, 4군은 gutta-percha만으로 근관충전을 한 후 색소침투법과 주사전자현미경 및 입체현미경으로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관충전용 시멘트를 사용하지 않은 경우(4군)가 근관충전용 시멘트를 사용한 경우(1, 2, 3군)보다 많은 색소침투도를 보였다($p < 0.01$).
2. 근관충전용 시멘트를 사용한 경우(1, 2, 3군), 색소침투도는 3군, 1군, 2군 순으로 적었다 ($p > 0.01$).
3. 근관충전용 시멘트를 사용한 경우(1, 2, 3군), 근관충전용 시멘트의 종류에 관계없이 근관 벽과의 적합이 우수하였다.
4. 파절면의 양상은 Ketac-Endo의 경우 시멘트의 응집파괴가, AH-26과 Tubli-Seal의 경우는 주로 상아질과 시멘트간에 파괴가 일어났다.
5. 근관충전용 글라스 아이오노머 시멘트는 다른 근관충전용 시멘트와 유사한 근단폐쇄효과와 근관벽과의 적합성을 보인 것으로 보아 근관충전용 시멘트로 사용이 가능하다고 판단된다.

REFERENCES

1. Schilder H : Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am*, 11:723-744, 1967.
2. Dow PR and Ingle JI : Isotope determination of root canal failure. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 8:1100-1104, 1955.
3. Strindberg LZ : The dependence of the results of pulp therapy on certain factors; an analytic study based on radiographic and clinical follow up examinations. *Acta Odontol Scand*, 14(suppl 21): 14-8, 1956.
4. Cohen S and Burns R : Pathways of the pulp. 5th ed. St. Louis. CV Mosby, p.193-200, 1991.
5. Evans JT and Simon JH : Evaluation of the apical seal produced by injected thermoplasticized guttapercha in the absence of the smear layer and root canal sealer. *J Endodon*, 12:101-107, 1986.
6. Grossman Louis I : Endodontic Practice. 11th ed. Lea & Febiger, p.242, 1988.
7. Wilson AD and Kent BE : A new translucent cement for dentistry—the glass ionomer cement. *Br Dent J*, 132:133-135, 1972.
8. Smith D : Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc*, 120: 20-22, 1990.
9. Jonck LM, Grobdelear CJ, and Strating H : Biological evaluation of glass ionomer cement (Ketac-O) as an interface material in total joint replacement. A screening test. *Clin Mater*, 4:201-224, 1989.
10. Retief DH, Bradley EL, Denton JC, and Switzer P : Enamel and cementum fluoride uptake from a glass ionomer cement. *Caries Res*, 18:250-257, 1984.
11. Powis DR, Folleras T, Merson SA, and Wilson AD : Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentine and enamel. *J Dent Res*, 61:1416-1422, 1982.
12. Pitt Ford TR : The leakage of root fillings using glass ionomer cement and other materials. *Br Dent J*, 146:273-278, 1979.
13. Zmener O and Dominguez FV : Tissue response to a glass ionomer used as an endodontic cement. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 56:198-205, 1983.
14. Blackman R, Gross M, and Seltzer S : An evaluation of the biocompatibility of a glass ionomer-silver cement in rat connective tissue. *J Endodon*, 15:76, 1988.
15. Callis PD and Santini A : Tissue response to retrograde root fillings in ferret canines: a comparison of a glass ionomer cement and gutta-percha with sealer. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 64:476-479, 1987.
16. Schwartz SA and Alexander JB : A comparison of leakage between silver glass cement and amalgam retrofillings. *J Endodon*, 14:385-391, 1988.
17. Ray H and Seltzer S : A new glass ionomer root canal sealer. *J Endodon*, 17:598-603, 1991.
18. Trope M and Ray HL : Resistance to fracture of endodontically treated roots. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 73:99-102, 1992.
19. Brown RC, Jackson CR, and Skidmore AE : An evaluation of apical leakage of a glass-ionomer root canal sealer. *J Endodon*, 20:288-291, 1994.
20. Oguntebi BR and Shen C : Effect of different sealers on thermoplasticized gutta-percha root

- canal obturation. *J Endodon*, 18:363-366, 1992.
21. Goldberg F, Artaza LP, and Silvio A : Apical sealing ability of a new glass ionomer root canal sealer. *J Endodon*, 21:498-500, 1995.
 22. Saunders WP and Saunders EM : The effect of smear layer upon the coronal leakage of gutta-percha root fillings and a glass ionomer sealer. *Int Endodon J*, 25:245-249, 1992
 23. Smith MA and Steiman HR : An in vitro evaluation of microleakage of two new and two old root canal sealers. *J Endodon*, 20:18-21, 1994.
 24. Holland R, Sakashita MS, Murata SS, and Junior ED : Effect of dentine surface treatment on leakage of root fillings with a glass ionomer sealer. *Int Endodon J*, 28:190-193, 1995.
 25. Gee AJ, Wu M-K, and Wesselink PR : Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH-26 root canal sealers. *Int Endodon J*, 27:239-244, 1994.
 26. Wennberg A and Orstavik D : Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha. *Int Endodon J*, 23:13-19, 1990.
 27. Orstavik D, Eriksen HM, and Eva M : Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. *Int Endodon J*, 16:59-63, 1983.
 28. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, and Brewer E : A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endodon*, 6:421-424, 1980.
 29. 최라영, 이인숙 : 초음파 근관기구를 이용한 근관 충전법의 근관폐쇄능에 관한 주사전자현미경적 연구. 대한 치과보존학회지, 15:104-110, 1990.
 30. 장영인, 최호영 : 근관충전용 실러의 물리적 성질에 관한 연구. 대한 치과보존학회지, 20:142-151, 1995.
 31. Kapsimalis P and Evans R : Sealing properties of endodontic filling materials using radioactive polar and nonpolar isotopes. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 22:386-393, 1966.
 32. Curson I and Kirk EEJ : An assessment of root canal sealing cements. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 26:229-236, 1968.
 33. Barkhordar RA, Bui T, and Watanabe L : An evaluation of sealing ability of calcium hydroxide sealers. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 68:88-92, 1989.
 34. Sanders SH and Dooley RJ : A comparative evaluation of polycarboxylate cement as a root canal sealer utilizing roughened and non-roughened silver points. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 37:629-640, 1974.
 35. Torabinejad M, Kahn H, and Bankes D : Isoprophyl cyanoacrylate as a root canal sealer. *J Endodon*, 10:304-307, 1984.
 36. Zidan O and ElDeeb ME : The use of a dentinal bonding agent as a root canal sealer. *J Endodon*, 11:176-178, 1985.
 37. Tagger M, Tames A, and Katz A : An improved method of three dimensional study of apical leakage. *Quint int*, 10:981-986, 1983.
 38. Oliver CM and Abbott PV : Entrapped air and its effects on dye penetration of voids. *Endod Dent Traumatol*, 7:135-138, 1991.
 39. Matloff IR, Jensen JR, Singer I, and Tabibi A : A comparison of methods used in root canal sealability studies. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 53:203-208, 1982.
 40. Osins BA, Carter JM, and Shih-Levine M : Microleakage of four root canal sealer cement as determined by an electrochemical technique. *Oral Surg, Oral Med and Oral Path*, 56:80-88, 1983.
 41. Allison DA, Wener CR, and Walton RE : The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. *J Endodon*, 5:298-304, 1979.
 42. Beatty RG, Vertucci FJ, and Zakariasen KL : Apical sealing efficacy of endodontic obturation techniques. *Int Endodon J*, 19:237-241, 1986.
 43. Bradshaw GB, Hall A, and Edmunds DH : The sealing ability of in jection-moulded thermo-plasticized gutta-percha. *Int Endodon J*, 22:17-20, 1989.
 44. Isil Karagoz-Kucukay Sedat Kucukay and Gunduz Bayirli : Factors affecting apical leakage assessment. *J Endodon*, 19:362-365, 1993.
 45. Antoniazzi JH, Mjor IA, and Nygaard-Ostby B : Assessment of the sealing properties of root filling materials. *Odontol Tidskr*, 76:261-271, 1968.

EVALUATION OF APICAL MICROLEAKAGE AND ADAPTATION TO THE DENTINAL WALL OF THE GLASS-IONOMER ROOT CANAL CEMENT

Hyeon-A Kim · Gi-Woon Choi

Dept. of Conservative Dentistry, Division of Dentistry, Graduate School, Kyung Hee University

The purpose of this study was to compare the apical leakage and adaptation to the dentinal wall of a glass ionomer root canal cement(Ketac-Endo) with those of AH-26 and Tubli-Seal. 102 single-rooted teeth were instrumented with step-back technique and randomly divided into four groups according to kinds of root canal cements: Ketac-Endo, AH-26, Tubli-Seal, and no root canal cement. Four experimental groups were as follows;

- Group 1 : Filling with gutta-percha and Ketac-Endo
- Group 2 : Filling with gutta-percha and AH-26
- Group 3 : Filling with gutta-percha and Tubli-Seal
- Group 4 : Filling with gutta-percha without root canal cement

All the specimens were obturated with lateral condensation technique, and stored in 100% humidity for 4 days. 20 teeth in each group were placed in centrifuge tube filled with India ink, and then centrifuged for 20 minutes at 3,000 rpm. And they were evaluated for linear dye leakage using a stereoscope and analyzed by one-way ANOVA. 22 teeth were split longitudinally and evaluated the adaptation to the dentinal wall using scanning electron microscope(4 teeth in each group) and stereoscope(2 teeth in 1, 2, 3 group).

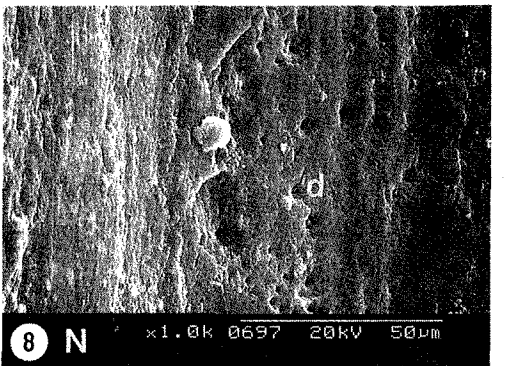
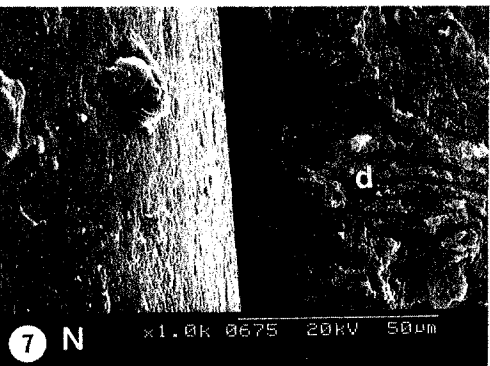
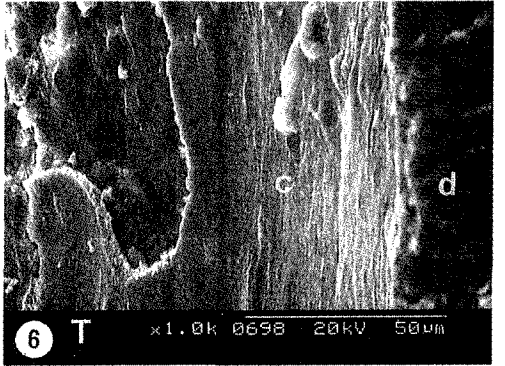
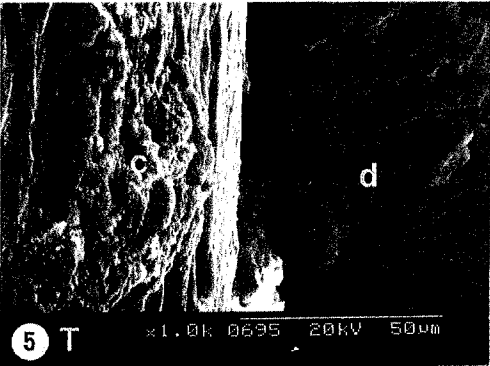
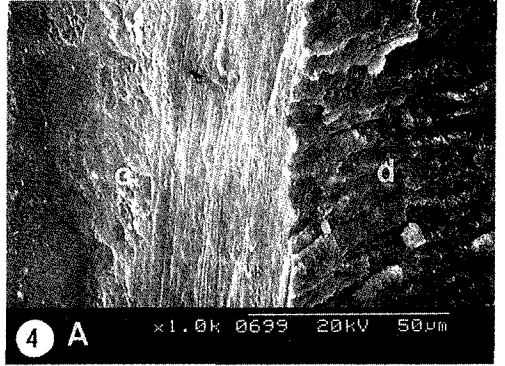
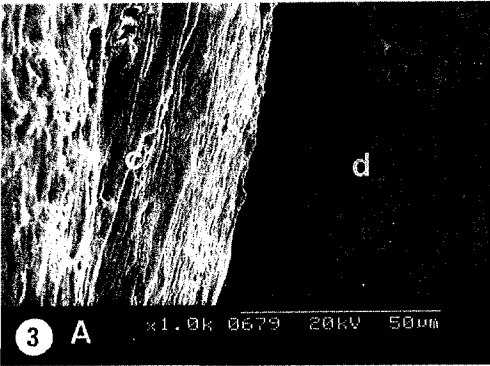
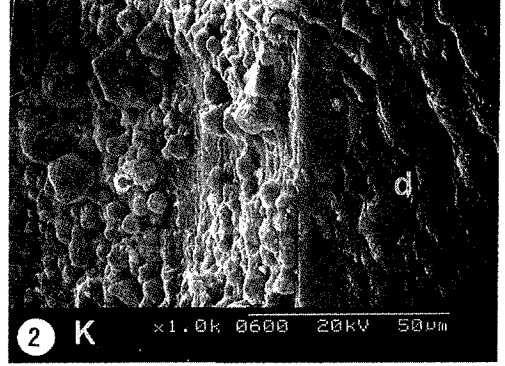
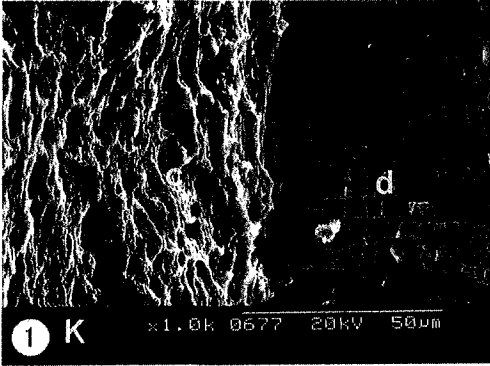
The obtained results were as follows ;

1. In case of not used root canal cement(Group 4), there was showed much degree of dye penetration compared with used root canal cements (Group 1, 2, 3)($P < 0.01$).
2. In the case of used root canal cements(Group 1, 2, 3), there was no significant difference in linear leakage in groups($P > 0.01$).
3. In the case of used root canal cements(Group 1, 2, 3), there was showed intimate adaptation to the dentinal wall independent on kinds of root canal cements.
4. Fractured surfaces indicated failure of cohesion in Ketac-Endo, and failure of adhesion to dentine in AH-26 and Tubli-Seal.
5. According to similar apical leakage and adaptability to the dentinal wall to another root canal cements, it is possible to be used glass-ionomer cement as root canal cement.

EXPLANATION OF PHOTOGRAPHS

- Photo. 1.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Ketac-Endo (filling site, $\times 1.0K$)
- Photo. 2.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Ketac-Endo (opposite site, $\times 1.0K$)
- Photo. 3.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and AH-26 (filling site, $\times 1.0K$)
- Photo. 4.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and AH-26 (opposite site, $\times 1.0K$)
- Photo. 5.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Tubli-Seal (filling site, $\times 1.0K$)
- Photo. 6.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Tubli-Seal (opposite site, $\times 1.0K$)
- Photo. 7.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha only (filling site, $\times 1.0K$)
- Photo. 8.** Scanning electron microscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha only (opposite site, $\times 1.0K$)
- Photo. 9.** Linear dye leakage of tooth filled with gutta-percha and Ketac-Endo ($\times 25$)
- Photo. 10.** Linear dye leakage of tooth filled with gutta-percha and AH-26 ($\times 25$)
- Photo. 11.** Linear dye leakage of tooth filled with gutta-percha and Tubli-Seal ($\times 25$)
- Photo. 12.** Linear dye leakage of tooth filled only gutta-percha ($\times 25$)
- Photo. 13.** Stereoscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Ketac-Endo (filling site, $\times 20$)
- Photo. 14.** Stereoscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Ketac-Endo (opposite site, $\times 20$)
- Photo. 15.** Stereoscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and AH-26 (filling site)
- Photo. 16.** Stereoscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and AH-26 (opposite site, $\times 20$)
- Photo. 17.** Stereoscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Tubli-Seal (filling site, $\times 20$)
- Photo. 18.** Stereoscopy of fractured tooth surface filled with gutta-percha and Tubli-Seal (opposite site, $\times 20$)

논문사진부도①



논문사진부도②

