

상아질 결합제로 처리된 수산화칼슘 plug의 근단부 폐쇄능에 관한 연구

조선대학교 치과대학 보존학교실

김평식 · 황호길 조영곤

Abstract

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE SEALING ABILITY OF A CALCIUM HYDROXIDE PLUG TREATED WITH DENTIN BONDING AGENT

Kim, Pyung Sik, D. D. S., Hwang, Ho Keel, D. D. S., M. S. D., Ph. D.,

Cho, Young Gon, D. D. S., M. S. D., Ph. D.

Department of Dentistry, Graduate School, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the sealing ability of a calcium hydroxide plug treated with a bonding agent. Ninety extracted human anterior teeth and premolars with single canal were used in this study. Crowns were removed, the canals were instrumented, and the roots were randomly divided into three groups of 30 each.

In control group, a single apical seat was prepared with #60 K file 1mm short of the apex and the root canal was obturated with Gutta-percha and Sealapex by the lateral condensation method. In experimental group 1 and group 2, to prepare an apical isthmus of 1mm in length, the first apical seat was prepared with a #45 K file 1mm short of the anatomical apex and with a #60 K file 2mm short for the second apical seat. Dry calcium hydroxide powders were packed in the apical isthmus with a hand plugger and #60 K file and then, the root canal was obturated with Gutta-percha and Sealapex by the lateral condensation method. In experimental group 2, following an application of the bonding agent to the plug, the root canal was obturated in the same way.

The teeth of each group were immersed in a 2% methylene blue dye solution for 1, 2, and 4 weeks. The distance from the tip of the cone to the deepest penetration was measured using the Tool maker's microscope.

The results were as follows :

1. The teeth having the calcium hydroxide plug treated with the dentin bonding agent (experimental group 2) showed the lowest leakage with 1.4705mm and the control group without apical plug(no apical isthmus) showed the highest leakage with 3.1735mm.
2. The control group without apical plug showed higher leakage than experimental group 1 having the calcium hydroxide plug treated without the dentin bonding agent($p>0.05$).
3. The control group without apical plug and experimental group 1, having the calcium hydroxide plug treated without the dentin bonding agent, showed higher leakage than experimental group 2, having the calcium hydroxide plug treated with the dentin bonding agent($p<0.001$).
4. The immersion time had no significant effect on the degree of leakage.

In conclusion, the results showed that the calcium hydroxide plug treated with the dentin bonding agent could decrease the microleakage from the root apex effectively.

I. 서 론

비의과적 근관치료의 목적은 치수공간내의 이환된 치수조직을 완전히 제거하고 불활성의 근관 충전재료로 근관을 완전밀폐시켜 근관내 세균과 독성물질이 치근단조직내로 파급되는 것을 차단하고 근관과 치근단 조직 및 치관부간의 교통을 차단하는데 있다²¹⁾. 이러한 목적을 달성하기 위하여 수많은 연구가 수행되어 왔으나 아직까지 전 근관계를 완전하게 충전할 수 있는 재료나 방법은 알려져 있지 않다.

근관치료의 성공을 위한 기본적인 요건은 정확한 진단 및 근관형성과 완전한 근관충전에 있으며¹⁾, Ingle 등²¹⁾은 근관치료시 실패 원인중 약 60%가 불완전한 근관충전에 의한 것이라고 보

고한 바 있다. 이러한 관점에서 근단부의 보다 완전한 폐쇄를 도모하고 경조직 장벽의 형성을 이루기 위하여 여러가지 종류의 근단부 폐쇄재료가 연구되었다.

1937년 Gollmer¹³⁾가 상아질 잔사의 사용을 처음 시도한 이래, 지속적으로 근단부 plug의 근단부 폐쇄효과 및 조직반응에 대한 많은 연구가 이루어졌다. 상아질 plug는 filing 조절이 용이하고 생체적합성이 좋으며 근단부 경조직형성에 영향을 미치는 등^{18, 27, 31, 33)}의 장점을 가지나 상아질 삭편을 형성하는 동안 근관벽의 약화나 천공이 발생할 수 있으며 근관이 큰 경우 상아질 삭편의 확보가 불가능하며 감염상아질이 포함되는 경우 근단부에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있으며²⁰⁾ 작업시간이 길다는 단점을 갖는다. 이에 반해

1930년 Hermann¹⁷⁾에 의해 무수치 치료에 사용되기 시작한 수산화칼슘을 plug로 이용하는 경우에는 술식이 빠르고, 조작이 용이하며, 근관벽 및 감염에 대한 영향이 없으며, 세척제와 file을 이용하여 쉽게 제거할 수 있다는 장점³⁵⁾을 가지나 만곡근관이나 좁은 근관에서 위치시키기 어렵고³²⁾ 상아질에 비해 근관내에서 쉽게 제거된다³¹⁾는 단점을 갖는다. 이외에도 generic tricalcium phosphate plug¹⁴⁾ 탈회 상아질^{8, 36)}, hydroxylapatite^{8, 29)} 상아질 결합제^{1, 15, 21, 43, 44)} 등이 근단부 폐쇄를 위한 목적으로 이용되었다. 이러한 근단부 plug의 역할은 세척제나 충전물질과 같은 자극원을 근관내에 제한하고 개방된 근관을 갖는 치아에서 즉일충전을 시행할 수 있도록 도움을 준다^{6, 8, 9, 14, 15, 27, 29, 31, 33, 41, 42)}

특히 1980년 중반에 소개되기 시작한 상아질 결합제는 Hasegawa 등¹⁵⁾과 Zidan 등^{43, 44)}이 상아질과의 미세기계적 결합을 이룰 수 있다는 점을 이용하여 연구를 시행하였다. 그러나 이 재료를 사용할 때 근관내의 전체적인 도말층의 제거가 어렵고, 방사선 투과성이며, 근단부에 위치시키고 근관내에 제한시키기가 어려울 뿐 아니라 근관치료 실패의 경우 재료의 제거가 어렵다는 문제점을 가지고 있다²¹⁾.

근단부의 폐쇄효과를 증진시키기 위해 많은 선학들이 근단부 장벽을 형성할 수 있는 방법에 관하여 연구를 하였다. 이러한 관점에서 근단부 plug에 관한 미세누출 및 조직반응에 대한 많은 연구가 이루어져 왔으나 여전히 이러한 재료 자체의 폐쇄효과에 관한 많은 논란이 존재한다.

이에 연관하여 본 연구의 목적은 수산화칼슘 분말을 상아질 결합제로 처리함으로써 경화된 층

을 형성시킨 후 근단부의 폐쇄효과를 염색액의 침투로 평가하여 기존의 폐쇄방법과 비교연구하고 해부학적으로 형태가 다양한 근단부의 적절한 폐쇄를 이룰 수 있는 방법을 고안하여 이를 임상에 응용하고자 함이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근에 발거된 전치와 소구치의 단근관 치아 90개를 0.9% 생리식염수에 보관한 후 실험 전에 2.5% 차아염소산나트륨에 24시간동안 침착시키고 치석 및 연조직 등을 scaler를 이용하여 깨끗이 제거하여 전체 치아를 백아법랑경계 부위에서 고속용 handpiece를 이용하여 절제하고 무작위로 치아를 3군으로 나누었다.

근관형성기구로는 K-type file(Maillefer, Swiss)을 이용하였고 치관부 1/3부위는 Gates-glidden drill(Maillefer, Swiss)을 이용하여 flaring시켰다. 근관충전용 시멘트는 Sealapex(Kerr, Japan)를 이용하고 상아질 결합제가 plug에 첨가된 경우에는 Clearfil New Bond(Kuraray Co., Kurashiki, Japan)가 사용되었다.

2. 실험방법

#10 file을 이용하여 근단공까지의 연속성을 확인하고 근단공에서 file의 끝이 보이는 순간의 길이로부터 1mm 짧게 작업장을 결정하였다. 실험군의 경우에는 이 길이에서 #45 K file을 이용하여 first apical seat를 형성하고나서 근단부 isthmus를 형성하기 위해서, second apical

isthmus는 작업장에서 1mm 짧게 해서 #60 K file로 형성하였다(그림 1). 대조군의 경우에는 작업장에서 #60 K file을 이용하여 single apical seat를 형성하였다. 각 기구의 사용동안에는 충분한 양의 5.25%의 차아염소산나트륨 용액이 이용되었다.

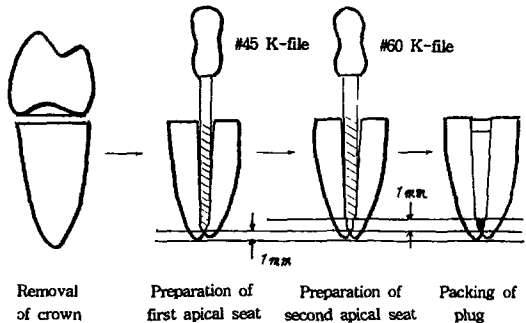


그림 1. 근단부 isthmus와 근단부 plug의 형성과정

근관형성이 완료되었을 때, 근관을 생리식염수로 철저히 세척하고 #15 file을 근단공까지의 연속성을 확인하기 위해 근단공을 약간 통과할때까지 재삽입한 후 paper point를 이용해 건조시켰다.

수산화칼슘(FAHRNEY'S CALCIUM HYDROXIDE U.S.P. XII)을 충전한 경우에는 아말감 carrier와 hand plugger(Maillefer, Swiss)를 이용하여 근단부 isthmus에 위치시켰다. 상아질 결합제의 위치는 1cc 주사기를 이용하여 근관내로 흘려보낸 후 #60 G-P cone을 이용하여 10회 tapping하고 과잉의 상아질 결합제는 paper point를 이용하여 흡수시키고 실온에서 5분간 보관한 후 충전을 시행하였다.

시행될 근단부 충전방법에 따라 다음과 같이 3군으로 분류하였다(표 1).

대조군 : 근단부 isthmus 및 근단부 plug를 형성하지 않고 G-P cone(GC Co.)과 Sealapex를 이용하여 측방가압법으로 충전을 시행하였다.

실험 1군 : 근단부 isthmus에 수산화칼슘 분말을 위치시키고 상아질 결합제를 적용시키지 않은 상태로 G-P cone과 Sealapex를 이용하여 측방가압법으로 충전하였다.

실험 2군 : 근단부 isthmus에 위치한 수산화칼슘 분말에 자가중합형 상아질 결합제인 Clearfil New Bond를 적용시키고 G-P cone과 Sealapex를 이용하여 측방가압법으로 충전하였다(그림 2).

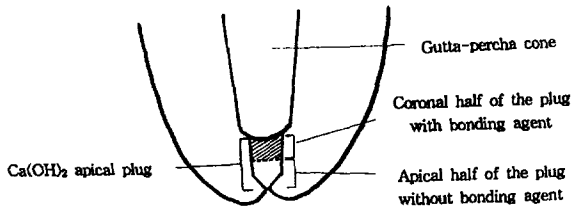


그림 2. 상아질 결합제로 처리된 수산화칼슘 plug를 포함하는 근단부의 도해

표 1. 실험군의 분류

군	수산화칼슘 plug	상아질 결합제
대 조 군	×	×
실험 1군	○	×
실험 2군	○	○

× : 처리를 시행하지 않은 군
○ : 처리를 시행한 군

세 군의 치아들을 37℃, 100% 습도의 항온기에 48시간동안 보관한 후, 근단공으로부터 약

1mm 상방부위까지를 제외한 전 치근면에 3점의 nail polish를 도포하고 각 치아의 근단부를 실온에서 2% methylene blue 용액에 침잠시켰다. 1, 2 및 4주 후, 절단하기 용이하도록 치아들을 투명레진으로 포매하고 근단공을 통과시켜 high speed diamond bur를 이용하여 종축방향으로 절단하였다. 근단공 부위의 G-P cone으로부터 근관내로의 색소침투의 길이는 Tool maker's microscope(TOPCON, ×200, Japan)를 이용하여 0.001mm까지 측정하였고 측정값의 통계처리는 ANOVA를 이용하여 시행하였으며, Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검정을 시행하였다.

Ⅲ. 실험 성적

각 군의 실험기간에 따른 평균누출과 표준편차는 표 2 및 그림 3과 같고, 각 군에 따른 평균누출과 표준편차는 표 3과 같다.

근단부에 수산화칼슘 plug를 형성하지 않은 대조군에서 3.1735mm로 가장 큰 누출을 보였고 상아질 결합제로 처리된 수산화칼슘 plug를 갖는 실험 2군에서 1.4705mm로 가장 적은 누출을 보였다. 수산화칼슘 plug만을 위치시키고 상아질 결합제로 처리하지 않은 실험 1군에서는 3.1051mm의 누출을 보였다(표 3).

표 2. 실험기간에 따른 평균누출 및 표준편차

기간	군		
	1 주	2 주	4 주
대 조 군	2.7425(1.37328)	3.5202(0.66047)	3.2577(0.77043)
실 험 1 군	3.0673(1.50107)	3.0324(1.23308)	3.2155(0.91943)
실 험 2 군	1.2067(0.88572)	1.4586(0.74965)	1.7463(0.66942)

(단위 : mm)

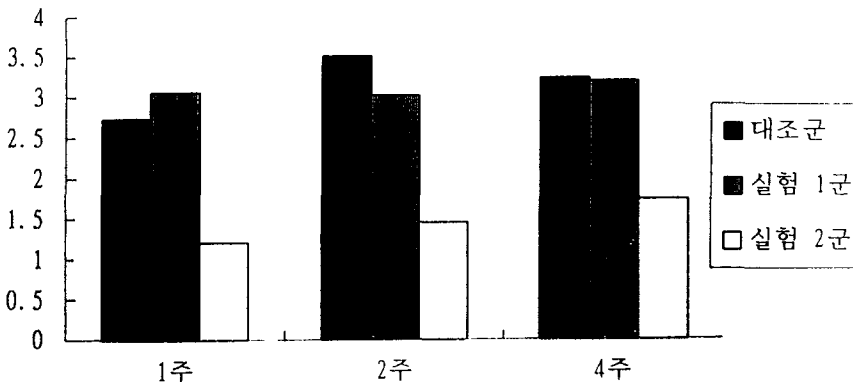


그림 3. 실험기간에 따른 평균누출의 그래프 비교.

표 3. 각 군에 따른 평균누출 및 표준편차 (단위: mm)

	평균 누출	표준편차
대 조 군	3.1735	1.0064
실험 1군	3.1051	1.2000
실험 2군	1.4705	0.7792

실험 기간에 따라 평균누출의 양이 약간 증가된 양상을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다 ($p>0.05$).

plug를 형성하지 않은 대조군과 수산화칼슘 plug를 형성한 실험 1군은 통계학적인 유의성은 없었다($p>0.05$). 그러나 대조군과 상아질 결합제로 처리된 수산화칼슘 plug를 갖는 실험 2군 사이에는 통계학적인 유의성이 있었으며, 실험 1군과 실험 2군간에도 통계학적인 유의성이 있었다($p<0.001$)(표 4).

표 4. 각 군간의 평균누출에 대한 유의성 검정

군	대조군	실험 1군	실험 2군
대 조 군	--	NS	**
실험 1군		--	**
실험 2군			--

NS : Non-Significant ($p>0.05$)

** : Significant Difference ($p<0.001$)

IV. 총괄 및 고안

근관충전의 목적은 적절한 충전재를 이용하여 생물학적 삽입방법을 통해 완전하고 치밀하게 부근관과 다수의 근단공들을 포함하는 근관의 전체 공간을 채우는 것으로서 아주 과도한 충전재에 의한 치근단 조직으로의 침투는 생물학적 정당성을 갖지 못하며 반드시 피해야 한다. 즉, 근관치

료의 마지막 단계는 전 근관계와 해부학적 경로를 자극성이 없이 긴밀히 폐쇄가능한 재료를 가지고 치밀하고 완전하게 채우는 것이며 근관을 전부 폐쇄시키고 근첨부 백악질-상아질 경계부에 존재하는 치근단공과 그 밖의 부근관을 체적안정성이 있고 생물학적으로 적합한 재료로 완전히 밀폐시키는 것이 성공적인 근관치료의 목표이다.

Torabinejad 등³⁹⁾의 연구에서는 근관계의 복잡성 때문에 현재의 술식과 기구를 이용하여 근관계를 완전히 cleaning하는 것이 불가능하므로 통상적인 비외과적 근관치료를 통해 근관을 항상 적절하게 치료할 수는 없다고 주장하였다. 하지만 자극산물을 근단부 접촉에서 유지하려는 의도로서 생체적합성 물질의 연구에서 임상가들은 근단부 plug에 점점 흥미를 나타내고 있다. 이러한 근단부 plug재료로서 상아질, 수산화칼슘, 탈회된 상아질과 골, hydroxylapatite, generic tricalcium phosphate, 상아질 결합제 등이 사용되어졌다.

1937년 Gollmer¹³⁾에 의해 소개된 상아질 plug의 이용에 있어서 Gatot 등¹¹⁾과 Oswald 등²⁷⁾은 충전물질의 과확장을 방지하기 위해서 상아질 plug를 형성하였으며, Patterson 등²⁸⁾은 근단부 상아질 plug가 근단부 주위조직 내로의 한계를 이루는 충전물질의 최대한의 압박을 가능하게 하고 때로 plug는 충전물질로 이루어지는 이차적인 폐쇄에 의해 보충되어지는 근단부의 일차적인 폐쇄를 제공하며, 충전여부에 관계없이 plug를 갖는 치아가 치근단 염증의 빈도가 낮았다고 보고하였다. 이와 유사하게 Safavi 등³³⁾은 상아질 잔사에 대한 조직반응은 대개 양호하였으며 대개 경조직의 형성을 보였지만 완전한 근단

부 폐쇄가 나타나지 않음을 관찰하였다. Tronstad³⁸⁾는 상아질 plug를 이용하여 근관의 과잉 충전을 막고 밀접하게 봉쇄된 근관을 얻기 위한 실험을 시행하였을 때 상아질 plug가 조직에 큰 자극을 주지 않으며 잘 충전되고 완전한 근관충전을 이룰 수 있는 근관의 근단부에서 효과적인 장벽을 제공할 수 있음을 보고하였다. Yee 등⁴²⁾은 상아질 plug가 근관형성과정 중에 생기며 동위원소의 침투를 방지하는 봉쇄역할을 하며, 누출은 plug의 치밀도에 좌우되며, 경조직/연조직 비율은 기구조작과 용매제 사용이 증가될 때 증가된다고 주장하였고 임상과의 차이점으로는 작업장의 차이, 치주인대가 없다는 점을 거론하였다.

반면, Holland 등¹⁹⁾은 상아질 plug를 근단부로 충전한 경우 충전물과 치근단 치유과정사이에는 영향이 없다고 주장하였고, ElDeeb 등⁹⁾은 근관내에 세척제와 측방가압시의 압력에 저항하는데 효과적이지만 상아질 plug의 존재가 근관충전의 밀폐효과에는 영향을 주지 않는다고 주장하였다. Jacobsen 등²²⁾의 연구에서는 근단부 상아질 plug는 근관의 상아질벽에 밀접하게 부착되어 있으며 치밀하게 충전된 상태였으나 자세히 관찰하였을 때, 상아질 plug의 균일성이 부족하였으며, plug의 core는 다공성으로 나타났고 근단부 plug를 사용한 치아가 plug를 사용하지 않은 치아보다 평균 1.2mm 더 누출되는 것을 관찰하고($p < 0.01$), 상아질 plug의 주위나 core 내에 수많은 빈 공간이 존재하기 때문에 치근단 공을 통한 염색액의 침투를 막을 수 없었으며, 근단부의 상아질 plug는 밀봉, 폐쇄에 도움이 되지 않는다고 보고하였다. Holland 등²⁰⁾은 개를 실험동물로 이용하여 감염된 근단부 plug를 포함

하는 치근단의 조직학적 분석결과 plug가 존재하지 않았을 경우와 비교시 조직학적으로 매우 좋지 않은 결과를 보였다고 보고하였다. 이러한 결과는 감염이 존재하는 경우에 있어서 상아질 plug의 한계가 존재함을 의미하며 이에 대한 대치물로서 수산화칼슘 등에 대한 연구가 동반되었다.

1930년 Hermann¹⁷⁾에 의해 근관치료 영역에서 사용되기 시작한 수산화칼슘의 역할은 경조직형성을 유도하며, 상아세관내 폐쇄를 야기하는 능력이 있고, 항세균작용 및 조직용해능력이 있으며²⁵⁾ 특히 수산화칼슘의 항세균효과에 대해서는 많은 연구가 수행되었다.

Orstavik 등²⁶⁾은 수산화칼슘의 항세균효과를 연구하여 근단부 reaming과 수산화칼슘으로 1주일간 소독한 경우 근관 및 근단부 상아질에서의 박테리아의 성장이 확실히 감소되었으며 더 큰 크기의 reamer로 기구조작된 근관에서 더 쉽게 박테리아가 없는 상태를 나타내었다고 보고하였다. Safavi 등³⁴⁾은 수산화칼슘의 항세균효과에 대한 배양분석 결과 근관내 약제로서의 사용이 고려되어야 한다는 결론을 내렸다. 윤³⁾은 환자의 6개월 이상의 방사선 사진과 임상적 관찰 결과 근관내에 존재하는 수산화칼슘의 흡수는 관찰되지 않았으며 점진적인 근단주위 병소의 치유를 관찰할 수 있었다고 보고한 바 있다.

특히 수산화칼슘 제재가 근관충전재 및 근관충전용 시멘트로서 개발되면서 생체적합성에 대한 연구도 수행되었으며 윤⁴⁾은 수산화칼슘 제재의 색소침투의 차이가 없었으며 체액에 노출되는 근관충전용 시멘트의 면적이 적을 경우 근관충전용 시멘트의 용해에 의한 변연누출은 매우 경미할 것으로 사료된다고 보고하였다. Alexander 등

7)은 수산화칼슘을 포함하는 근관충전용 시멘트를 이용한 경우 Grossman type 근관충전용 시멘트에 의해 생성된 것과 동일한 근침폐쇄를 나타낸다고 주장하였다. Kawakami 등²³⁾의 연구에서 수산화칼슘 제재인 Vitapex의 사용시 근단부를 폐쇄하는 골양 및 백악질양 층을 유도함으로써 우수한 효과를 가질 수 있으며 결국 과잉본 재료에 의한 주위조직에 대한 일반적인 손상은 경미한 것으로 관찰되었다. 임 등⁵⁾은 수산화칼슘을 근관충전제로 사용한 경우에는 골양 백악질의 생성이 3주에서 관찰되었고 실험 6주에서 백악질 및 상아질 기질의 흡수가 있었고 임파구의 침윤 등 염증상태가 지속되는 것을 관찰하였다.

또한 Weisenseel 등⁴¹⁾은 근단부 plug로 수산화칼슘을 이용한 치아에서 근단부 plug를 사용하지 않은 치아보다 확실히 더 적은 누출을 보였다고 보고하였고 개방된 근관과 근단부로 넓어지는 근관벽을 갖는 치아에서 plug를 사용하였을 때 근관의 더 나은 폐쇄를 얻을 수 있으며, 수산화칼슘 plug는 gutta-percha와 근관충전용 시멘트의 충전에 대한 효과적인 장벽을 제공하여 과잉충전을 방지하지만 근단부 plug 형성동안에 수산화칼슘이 근관내에 완전히 한정될 수 없다고 주장하였고 근단부 plug의 단점으로는 만곡근관에서 위치시키기가 어렵고, 과량의 제거가 힘들다는 점을 거론하였다.

반면에 허 등⁶⁾은 근단부 plug 물질의 사용이 충전물의 유출을 방지하는데 효과적이었으나, 근단폐쇄효과를 증진시키면서 충전물의 유출을 방지하는데 이상적인 재료는 없었다고 보고하였고 특히 수산화칼슘 plug를 이용한 경우에는 더 많은 색소침투를 보인다고 주장하였다.

수산화칼슘 plug의 이용에 있어서 특히 만곡된 근관내에 재료를 위치시키는 것이 어렵게 때문에 Krell 등²⁴⁾과 Schumacher 등³⁵⁾은 수산화칼슘을 위치시키는데 있어서 치근단부의 역충전을 위한 messing gun을 이용할 수 있으며 이 기구는 매우 효과적이라고 보고하였다. 또한 수산화칼슘은 쉽게 이용할 수 있으며, 비용이 저렴하고, 충전전에 근관벽을 cleaning하는 것이 쉽기 때문에 시간적 요구, 심미적 요구, 재정문제, 심리적 문제를 갖는 환자의 경우 장기간의 치료에 대한 대안을 제공한다고 보고하였다³⁵⁾. 또한 Rivera 등³²⁾은 수산화칼슘이 항세균 약제, 임시 충전재, 근침형성술을 위해 사용되는 근관내 약제로서 건조된 수산화칼슘 분말을 근관내에 위치시키는 것은 어렵기 때문에 paste형태로 이용되어야 한다고 주장하였으며 실험 결과 glycerin과 혼합된 경우가 물과 혼합된 경우보다 특히 근단부 1/3 부위에서는 더 완전한 치밀도를 보였다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 아말감 carrier와 hand plugger를 이용하여 수산화칼슘을 근단부로 위치시켰으며 대개의 근관이 곧은 상태였기 때문에 특별한 문제점이 발생되지는 않았다.

Holland¹⁸⁾는 상아질 plug와 수산화칼슘 plug를 백악질 침착, 근단공 폐쇄, 치근단 염증에 대하여 조직학적으로 비교하였을 때 경조직 침착이 매우 광범위하고 만성염증이 존재한다 할지라도 반응에 있어서 별 차이를 보이지 않아 만약 입자의 크기가 작고, 평균이 가능하며, 근단부 폐쇄의 증진과 같은 요소가 존재한다면 상아질 plug에 의해 나타난 치근단 염증과 전반적으로 차이가 있는 반응을 보이지 않았기 때문에 수산화칼슘의 경우가 더 이상적이라고 주장하였다.

또한 수산화칼슘과 다른 근단부 충전물질과의 비교에 관한 많은 연구가 시행되었는데 Pitts 등³¹⁾은 수산화칼슘 분말 또는 상아질 plug는 근단공이 확대되었을 때 과잉충전을 예방하는데 동일하게 잘 사용될 수 있으며, 수산화칼슘 plug는 빠르게 근단부 근관으로부터 씻겨나가는 경향이 있는 반면에 상아질 plug는 적어도 9개월 또는 그 이상동안 완전히 전전하게 유지되고, 수산화칼슘 또는 상아질 plug의 사용은 근단공에서 확실한 석회화를 일으키지만 석회화의 형태, 기시, 범위 등에는 차이가 있으며, 근단공 석회화의 형태는 충전후 plug 치밀도와 관계가 있는 것으로 추정하였으며, 적어도 1개월 후에는 수산화칼슘과 상아질로 충전한 치아사이에 치근단 염증에 있어서 유의성은 없었고 충전후 1개월까지는 치근단조직에서 수산화칼슘 입자 또는 상아질 filing과 관계된 염증은 존재하지 않았으며 수산화칼슘과 상아질로 충전한 치아사이에 치근단 치유에 있어서의 유의성은 없었다고 보고하였다. Pissiotis 등²⁹⁾이 hydroxyapatite, collagen, 수산화칼슘을 이용한 골 반응을 평가하였을 때, 식염수 또는 collagen과 혼합된 수산화칼슘은 항상 흡수되고 골로 치환되며, collagen은 수산화칼슘 또는 수산화칼슘-collagen 혼합물에 비해 느리게 흡수되고 경조직으로 치환되고, hydroxyapatite system 사이의 생체적합성과 용해에 대해서 아무런 차이점이 관찰되지 않았으며 8주, 16주에 hydroxyapatite 결정체 사이에서 새로운 골과 섬유성 조직이 관찰되었고 hydroxyapatite와 hydroxyapatite-collagen 혼합물의 안전성과 조직반응의 예견에서 보면 이것들은 근단부 plug를 위한 좋은 물질로 사료된다고 주장하였다. Smith 등³⁷⁾의 연구에서 수산화칼슘

으로 치료된 치아는 치근관 주위의 치료가 이루어졌고 근단부에 석회화 장벽이 형성되었지만 Ba(OH)₂로 치료된 치아는 근침형성이 되지 않았고 상피증식과 심한 이물질 반응을 수반하는 급성, 만성 염증상태를 보였다. 이 결과는 칼슘이 치근단부 반응 생성에 기본적이라는 가설을 입증하는 것으로서 육아조직의 형성에 영향을 미치는 새로운 모세혈관에 대한 작용을 함으로써 칼슘이온이 경조직형성에 영향을 미치며 높은 칼슘이온 농도는 collagen 기질 형성에 중요한 calcium-dependent pyrophosphatase의 활동성을 증가시킨다고 주장한 Heithersay¹⁶⁾의 결과와 일치하였다.

이러한 관점에서 본 실험에서는 상아질 잔사와 유사한 조직반응을 보이면서 여러가지 유리한 약리작용을 갖고 있는 수산화칼슘을 이용하였다.

이외에도 Harbert¹⁴⁾는 근단부 및 이개부 천공시 plug로서의 generic tricalcium phosphate plug의 사용을 보고하였으며 이 재료는 빠르고, 술식에 민감하지 않으며, 술후 안정하며, 생체적합성이 있으며, 저렴하고, 쉽게 이용할 수 있는 등의 장점을 가지므로 수산화칼슘에 대한 대치물로서 이용할 수 있다고 주장하였고, Brandell 등⁸⁾은 근단부 plug 물질로 탈회 상아질, hydroxylapatite, 상아질 잔사 등을 이용하여 천공된 치근부를 갖는 근단부 2mm를 충전한 경우 3개월에서는 차이가 없었으나 6개월 후에는 hydroxylapatite의 경우가 더 많은 경조직의 침착을 보였고 더 적은 염증반응을 보였음을 관찰하였다.

1980년 중반에 소개되기 시작한 상아질 결합체가 치근면과의 미세기계적 결합을 이룰 수 있다는 점을 이용한 연구가 수행되었는데 Zidan 등⁴⁴⁾은

Minnesota 대학에서 근관충전용 sealer로서 사용된 4가지 다른 상아질 결합제의 효능을 실험하여 Scotchbond로 폐쇄된 경우에는 75%, Restodent의 경우에는 70%, Dentin-Adhesit로 폐쇄된 경우에는 60%, GLUMA로 폐쇄된 근관에서는 단지 30%에서만 누출이 없는 것으로 측정되었다. Zidan 등⁴³⁾은 근단공을 #40 K file까지 확대한 후 Tubliseal과 Scotchbond를 사용하여 측방가압법으로 충전하고 2% methylene blue 염색액을 이용하였을 때 Scotchbond의 경우 0-5.8mm(0.6mm)의 누출을 보였고 Tubliseal의 경우에는 0-13.3mm(5.3mm)의 누출을 보여 Scotchbond에 의해 나타난 근단부의 폐쇄가 Tubliseal에 의해 나타난 것보다 확실히 더 우수하게 나타났다고 보고하였다. 결과적으로 상아질에 대한 일차적인 결합을 이룰 수 있는 상아질 결합제의 출현으로 근관충전후 미세누출의 문제에 대한 잠재적인 해결책을 제공한다고 할 수 있다. 민 등¹⁾은 상아질 결합제를 근관충전용 시멘트로 사용한 경우에 AH-26이나 Tubliseal보다 더 적은 누출을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다고 보고하였으며 이러한 결과와 본 실험결과와의 차이는 근관확대방법 및 근관충전방법의 차이에 기인한 것으로 추정된다. Hasegawa 등¹⁵⁾은 근단부에 상아질 plug를 충전한 후 자가중합형 상아질 결합제를 도포시켜 근단부의 미세누출을 비교하여 상아질 plug만을 이용한 경우에는 평균 1.86mm를 보였으며 상아질 plug와 상아질 결합제를 이용하지 않은 대조군에서는 3.70mm를 보였으나 상아질 plug에 상아질 결합제를 도포한 경우에는 0.0mm로 전혀 누출을 보이지 않았다고 보고하였다. 수산화칼슘 plug에 상아질 결합제를 도포한 본 실험에

서는 1.4705mm의 누출을 나타내 타 실험군과는 유의성있는 누출의 감소를 보였으나 완전한 밀폐를 보이지는 않았으며 그 원인은 수산화칼슘 도포 후 근관벽에 존재하는 분말을 제거하기 위한 완전한 세척을 시행할 수 없었던 점과 근관내의 전체적인 도말층의 불완전한 제거에 의한 것으로 추정된다. 이러한 문제점을 감소시키기 위해 더욱 적절한 방법에 대한 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

이상의 결과에서 근단부의 누출을 감소시키기 위해 근단부에 충전된 상아질과 수산화칼슘 plug에 형성된 수많은 기포부위에 염색액의 흡수 및 저류가 일어남으로써 미세누출이 더 증가될 수 있는 가능성이 존재하지만 본 실험의 결과에서 상아질 결합제로 처리된 수산화칼슘 plug에 더 적은 누출을 보인 이유는 이러한 기포부위로 상아질 결합제가 침투되고 또한 근관 상아질면과의 결합에 따른 것으로 생각된다. 또한 근단부의 누출을 평가하는 방법으로서 색소침투법을 이용하였을 때 백 등²⁾은 색소침투의 변량이 다양한 것은 치근의 크기와 상아질의 양이 다르고 근관의 용적이 일정하지 않으며 수집된 치아의 연령변이, 근관형성과 충전기술의 변이, 침지시간 등의 변수에 기인하므로 시편의 규격화의 표준화가 이루어져야 한다고 주장하였으며 이러한 관점에서 여러 다른 논문과의 수치상의 차이가 나타난 것으로 사료된다.

결과적으로 본 연구에서 수산화칼슘 plug에 상아질 결합제를 적용시켰을 경우 근단부의 미세누출을 감소시킬 수 있으며, 근관내의 도말층과 수산화칼슘 분말을 적절히 제거할 수 있는 방법이 소개된다면 더욱 우수한 결과를 얻을 수 있는 것으로 생각되며 보다 정확한 근단부 미세누출연

구를 위해서는 생체적용을 위한 조직학적인 연구와 적용시간을 줄일 수 있는 광중합형 재료 및 중합기에 대한 더욱 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

치근단부의 폐쇄효과를 평가하기 위하여 90개의 단근치를 근관형성 후 대조군은 근단부 isthmus 및 근단부 plug를 형성하지 않고 G-P cone(GC Co.)과 Sealapex를 이용하여 측방가압법으로 충전을 시행하였고 실험 1군은 근단부 isthmus에 수산화칼슘 분말을 위치시키고 상아질 결합제를 적용시키지 않은 상태로 G-P cone과 Sealapex를 이용하여 측방가압법으로 충전하였으며 실험 2군은 근단부 isthmus에 위치한 수산화칼슘 분말에 자가중합형 상아질 결합제인 Clearfil New Bond를 적용시키고 G-P cone과 Sealapex를 이용하여 측방가압법으로 충전하였다.

위와 같이 근단부 충전방법에 따라 3군으로 분류하고 methylene blue 염색액의 침투정도를 측정, 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 실험 2군이 1.4705mm로 가장 적은 누출을 보였고 대조군이 3.1735mm로 가장 큰 누출을 보였다.
2. 대조군의 누출이 실험 1군보다 높게 나타났으나 통계학적인 유의성은 없었다.
3. 대조군과 실험 1군의 누출이 실험 2군에 비해 더 높게 나타났으며 통계학적인 유의성이 있었다($p < 0.001$).
4. 누출정도에 있어서 실험 기간에 따른 영향은

없었다.

본 연구결과 상아질 결합제로 처리된 수산화칼슘 plug를 갖는 경우가 근단부의 누출을 가장 효과적으로 감소시킬 수 있는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 민효기, 민병순, 최호영, 박상진 : "Dentin Bonding Agent의 근관폐쇄 효과에 관한 실험적 연구", 「대한치과보존학회지」, 13(1) : 103-108, 1988.
2. 백승래, 조규중 : "근관충전의 폐쇄효과 평가에서 색소침투의 정성적 및 정량적 측정의 상호관계", 「대한치과보존학회지」, 17(2) : 343-353, 1992.
3. 윤수한 : "호제근충재 Vitapex와 수산화칼슘이 근침형성에 미치는 영향에 관한 연구", 「대한치과보존학회지」, 11(1) : 19-25, 1985.
4. 윤수한 : "Sealapex의 근관폐쇄효과에 관한 실험적 연구", 「대한치과보존학회지」, 18(2) : 497-500, 1993.
5. 임성삼, 김영해, 이정식, 이명중, 윤수한, 권혁춘, 엄정문 : "수산화칼슘이 손상치수조직 및 치근단조직의 치유에 미치는 영향에 관한 연구", 「대한치과보존학회지」, 8(1) : 123-130, 1982.
6. 허은정, 최기운 : "수종의 apical plug 재료의 근단 폐쇄성에 관한 실험적 연구", 「대한치과보존학회지」, 19(1) : 205-216, 1994.
7. Alexander, J. B., and Gordon, T. M. : "A comparison of the apical seal produced by two calcium hydroxide sealers and a

- Grossman-type sealer when used with laterally condensed gutta-percha”, Quint. Int., 9:615-621, 1985.
8. Brandell, D. W., Torabinejad, M., Bakland, L. K., and Lessard, G. M. : “Demineralized dentin, hydroxylapatite and dentin chips as apical plugs”, Endod. Dent. Traumatol., 2 :210-214, 1986.
 9. ElDeeb, M. E., Thuc-Quyen, N. T., and Jensen, J. R. : “The Dentinal Plug : Its Effect on Confining Substances to the Canal and on the Apical Seal”, J. Endodon., 9(9):355-359, 1983.
 10. Eriksen, H. M., Orstavik, D., and Kerekes, K. : “Healing of apical periodontitis after endodontic treatment using three different root canal sealers”, Endod. Dent. Traumatol., 4:114-117, 1988.
 11. Gatot, A., Peist, M., and Mozes, M. : “Endodontic Overextension Produced by Injected Thermoplasticized Gutta-percha”, J. Endodon., 15(6):273-274, 1989.
 12. Goldberg, F., Bernat, M. I., Spielberg, C., Massone, E. J., and Piovano, S. A. : “Analysis of the Effect of Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Apical Seal of Root Canal Fillings”, J. Endodon., 11(12):544-547, 1985.
 13. Gollmer J. : “The use of dentin debris as a root canal filling”, Int. J. Orthod., 23:101-102, 1937. cited from(No.29).
 14. Harbert, H. : “Generic Tricalcium Phosphate Plugs : An Adjunct in Endodontics”, J. Endodon., 17(3):131-134, 1991.
 15. Hasegawa, M., Tanaka, S., Satake, S., Shimizu, A., and Yoshioka, W. : “An Experimental Study of Sealing Ability of a Dentinal Apical Plug Treated with Bonding Agent”, J. Endodon., 19(11):570-572, 1993.
 16. Heithersay, G. S. : “Stimulation of root formation in incompletely developed pulpless teeth”, Oral Surg., 29:620-630, 1970. cited from(No. 42).
 17. Hermann, B. W. : “Dentinobilitation der Wurzelkanäle nach der Behandlung mit Kalcium”, Zahnarztl Rundschau, 39:888, 1930. cited from(No. 42).
 18. Holland, G. R. : “Periapical Response to Apical Plugs of Dentin and Calcium Hydroxide in Ferret Canines”, J. Endodon., 10(2):71-74, 1984.
 19. Holland, R., Nery, M. J., Souza, V., Bernabe, P. F. E., Mello, W., and Filho, J. A. O. : “The effect of the filling material in the tissue reactions following apical plugging of the root canal with dentin chips”, Oral Surg., 55(4):398-401, 1983.
 20. Holland, R., Souza, V. D., Nery, M. J., Mello, W. D., Bernabe, P. F. E., and Filho, J. A. O. : “Tissue reactions fol-

- lowing apical plugging of the root canal with infected dentin chips”, Oral Surg., 49(4):366-369, 1980.
21. Ingle, J. I., and West, J. D. : Endodontics, 4th edition, Williams & Wilkins, 1994. p. 228-319.
 22. Jacobsen, E. L., Bery, P. F., and BeGole, E. A. : “The Effectiveness of Apical Dentin Plugs in Sealing Endodontically Treated Teeth”, J. Endodon., 11(7):289-293, 1985.
 23. Kawakami, T., Nakamura, C., and Eda, S. : “Effects of the penetration of a root canal filling material into the mandibular canal”, Endod. Dent. Traumatol., 7:36-41, 1991.
 24. Krell, K. V., and Madison, S. : “The Use of the Messing Gun in Placing Calcium Hydroxide Powder”, J. Endodon., 11(5):233-234, 1985.
 25. Nerwich, A., Figdor, D., and Messer, H. H. : “pH Changes in Root Dentin over a 4-Week Period following Root Canal Dressing with Calcium Hydroxide”, J. Endodon., 19(6):302-306, 1993.
 26. Orstavik, D., Kerekes, K., and Molven, O. : “Effects of extensive apical reaming and calcium hydroxide dressing on bacterial infection during treatment of apical periodontitis : a pilot study”, Int. Endo. J., 24:1-7, 1991.
 27. Oswald, R. J., and Friedman, C. E. : “Periapical response to dentin filings”, Oral Surg., 49(4):344-355, 1980.
 28. Patterson, S. M., Patterson, S. S., Newton, C. W., and Kafrawy, A. H. : “The Effect of an Apical Dentin Plug in Root Canal Preparation”, J. Endodon., 14(1):1-6, 1988.
 29. Pissiotis, E., and Spangberg, L. S. W. : “Biological Evaluation of Collagen Gels Containing Calcium Hydroxide and Hydroxyapatite”, J. Endodon., 16(10):468-473, 1990.
 30. Pitt Ford, T. R. : “Relation between seal of root fillings and tissue response”, Oral Surg., 55(3):291-294, 1983.
 31. Pitts, D. L., Jones, J. E., and Oswald, R. J. : “A Histological Comparison of Calcium Hydroxide Plugs and Dentin Plugs Used for the Control of Gutta-percha Root Canal Filling Material”, J. Endodon., 10(7):283-293, 1984.
 32. Rivera, E. M., and Williams, K. : “Placement of Calcium Hydroxide in Simulated Canals : Comparison of Glycerin versus Water”, J. Endodon., 20(9):445-448, 1994.
 33. Safavi, K., Horsted, P., Pascon, E. A., and Langeland, K. : “Biological Evaluation of the Apical Dentin Chip Plug”, J. Endodon., 11(1):18-24, 1985.
 34. Safavi, K. E., Dowden, W. E., Introcaso, J.

- H., and Langeland, K. : "A Comparison of Antimicrobial Effects of Calcium Hydroxide and Iodine-Potassium Iodide", J. Endodon., 11(10):454-456, 1985.
35. Schumacher, J. W., and Rutledge, R. E. : "An Alternative to Apexification", J. Endodon., 19(10):529-531, 1993.
36. Seltzer, S. : Endodontology, 2nd edition, Philadelphia, Lea & Febiger, 1988. p.281-325.
37. Smith, J. W., Leeb, I. J., and Torney, D. L. : "A Comparison of Calcium Hydroxide and Barium Hydroxide as Agents for Inducing Apical Closure", J. Endodon., 10(2):64-70, 1984.
38. Tronstad, L. : "Tissue reactions following apical plugging of the root canal with dentin chips in monkey teeth subjected to pulpectomy", Oral Surg., 45(2):297-304, 1978.
39. Torabinejad, M., Watson, T. F., and Pitt Ford, T. R. : "Sealing Ability of a Mineral Trioxide Aggregate When Used As a Root End Filling material", J. Endodon., 19(12):591-595, 1993.
40. Webber, R. T., Schwiebert, K. A., and Cathey, G. M. : "A technique for placement of calcium hydroxide in the root canal system", J. Am. Dent. Assoc., 103:417-420, 1981.
41. Weisenseel, J. A., Hicks, M. L., and Pelleu, G. B. : "Calcium Hydroxide an Apical Barrier", J. Endodon., 13(1):1-5, 1987.
42. Yee, R. D. J., Newton, C. W., Patterson, S. S., and Swartz, M. L. : "The Effect of Canal Preparation on the Formation and Leakage Characteristics of the Apical Dentin Plug", J. Endodon., 10(7):308-317, 1984.
43. Zidan, O., and ElDeeb, M. E. : "The Use of a Dentinal Bonding Agent as a Root Canal Sealer", J. Endodon., 11(4):176-178, 1985.
44. Zidan, O. et al. : "Obturation of root canal using the single cone gutta-percha technique and dentinal bonding agent", Internat. Endodont. J., 20(5):128, 1987.

논문 사진부도

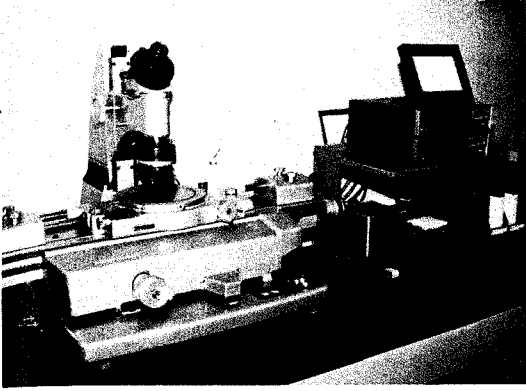


photo 1. Tool maker's microscope

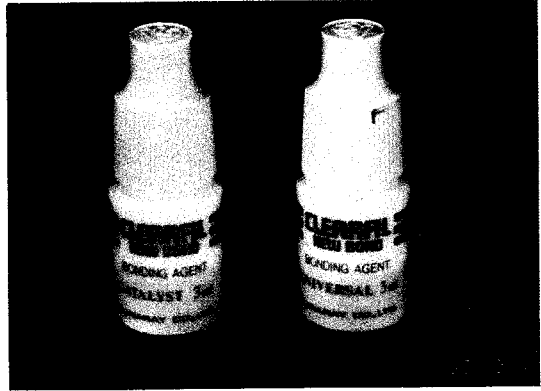


photo 2. 자가중합형 상아질 결합제



photo 3. 근단부 plug를 형성하지 않은 대조군의 절단시편

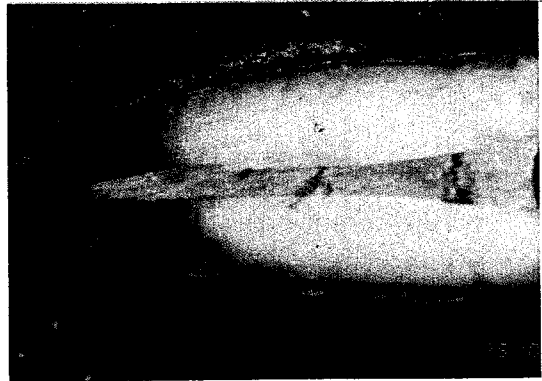


photo 4. 수산화칼슘 plug만을 충전한 실험 1군의 절단시편



photo 5. 상아질 결합제로 처리된 수산화칼슘 plug를 갖는 실험 2군의 절단시편