

## Ferric Sulfate를 이용한 유치의 치수절단술

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

이상헌 · 이미나 · 이상훈

Abstract

### PRIMARY TOOTH PULPOTOMY USING FERRIC SULFATE

Sang-Heon Lee, D.D.S., Mi-Na Lee, D.D.S., M.S., Sang-Hoon Lee, M.S.D., Ph.D.

*Department of Pediatric Dentistry and Dental Research Institute,  
College of Dentistry, Seoul National University*

Pulpotomy is a frequently used treatment modality in primary teeth. It is method by which infected coronal pulp is removed while retaining vital radicular pulp. Since its introduction in 1930 by Sweet formocresol remains the most popular medicament for this treatment. However, despite its outstanding bactericidal properties, formocresol is known to cause adverse tissue reactions. Theoretically, formocresol disinfects and fixes radicular pulp and thus prevents infection and internal resorption. In reality, however, it leads to chronic inflammation and is sometimes responsible for failures through abscess formation and internal root resorption. Also, Myers et al., in 1978, reported on the systemic distribution of FC and other studies have followed with reports of its immunological, mutagenic and carcinogenic effects. Much effort has, therefore, focused on the development of alternative medicaments and techniques.

Since its introduction in 19C, ferric sulfate proven itself as an effective hemostatic agent and is used as an astringent in dentistry. In 1988, Landau and Johnsen suggested ferric sulfate be used as a medicament in pulpotomy and many studies have focused on it to overcome the toxic effects of FC. Ferric sulfate acts through its ferric ion and iron ion, which react with blood protein leading to aggregation. The aggregated protein acts to plug the blood vessels, causing mechanical hemostasis. As blood clot formation is minimal, there is reduced inflammation of radicular pulp and enhanced healing. There are no reports regarding its systemic distribution.

This is a report of cases treated by the author using pulpotomy with ferric sulfate.

**Key word** : pulpotomy, ferric sulfate, primary teeth

## I. 서 론

유치의 치수치료 방법 중 가장 흔히 사용하는 치수절단술(Pulpotomy)은 치아우식증 및 기계적 손상 등 기타 이유로 치관부 치수가 노출된 경우 이 치관부 치수를 제거하고 절단된 치근부 치수조직에 약제를 적용한 후 이장재와 수복물로 치아를 수복하는 술식이다. 이는 치관부 치수를 제거함과 동시에 치근부 치수의 생활력을 유지시켜 치열궁내 치아를 계속 유지하도록 하는 것이 그 목적이다.

일반적으로 치수절단술을 행하게 되는 치아의 적응증으로는 다음과 같은 경우가 있다. 첫째, 생활력이 존재하는 치아치수가 증상 없이 우식 및 기타원인으로 인해 노출된 경우, 둘째, 임상적으로나 방사선학적으로 치수변성의 소견이 없을 때, 즉 치근의 내흡수나 근단부와 치근이개부의 병소가 없으며, 치근단 농양으로 인한 치은의 부종이나 sinus tract이 없을 때, 셋째, 치관부의 적절한 수복이 가능할 경우 등이다<sup>1)</sup>.

현재 가장 많이 쓰이고 있는 치수절단법으로는 formocresol을 이용한 1-visit technique으로서 그 임상적 성공률은 대개 70%에서 90% 이상으로 알려져 있다<sup>2,3)</sup>. formocresol은 강력한 소독제이자 고정제로서 치수절단술의 적응증을 넘어서 치근부 염증도 임상적으로 어느 정도 그 발현을 억제하는 효과가 있어 영구치열로의 교환기까지 치아를 보존하는 데에는 장점이 있다. 그러나 생리적으로 치근부 치수의 생활력을 건전하게 유지시키려는 원래의 치수절단법의 의미에는 약간 벗어나 있다고 하겠다. 또한 점차 formocresol의 국소적 독성과 전신적 분포 등 여러가지 잠재적 위험성이 알려지면서 새로운 치수절단술 약제의 필요성이 대두되었다.

1988년 Landau와 Johnsen<sup>4)</sup>이 동물실험을 통해 처음 제안한 ferric sulfate는 오래 전부터 지혈제로 사용되고 있으며 고정작용이 없고 모세혈관내 미세혈병의 형성으로 혈병의 양을 최소화하면서 지혈을 이루는 특성이 있다. 몇몇 학자들은 ferric sulfate를 치수에 적용했을 때 하방 조직에서 formocresol보다 양호한 조직반응을 관찰했다고 보고한 바 있다<sup>5,6)</sup>. 또한 모세혈관내 미세혈병이 약

제의 전신분포를 막는다고 알려져 formocresol의 독성을 극복할 수 있을 것으로 여겨진다.

## II. 증례보고

### 증례 1 (Fig. 1, 2)

성명 : 이○○

연령 : 3세3개월

성별 : 남

주소 : 치아우식증

PMH : N/S

BHx : 97-12-24 #74 시행

98-1-15 #84 시행

98-2-2 #64 시행

98-2-14 #54 시행

98-9-20 현재 상기 치아의 동요도 및 타  
진에 대한 반응은 정상임

### 증례 2 (Fig. 3)

성명 : 이○○

연령 : 4세 3개월

성별 : 여

주소 : 치아우식증

PMH : N/S

BHx. :

97-11-20 #74 시행

97-12-9 #54, 55 시행

98-9-20 현재 상기 치아의 동요도 및 타  
진에 대한 반응은 정상임

### 증례 3 (Fig. 4)

성명 : 김○○

연령 : 3세3개월

성별 : 남

주소 : 치아우식증

PMH : N/S

BHx. :

97-10-31 #74, 75 시행

97-11-10 #65 시행

98-9-20 현재 상기 치아의 동요도 및 타  
진에 대한 반응은 정상임

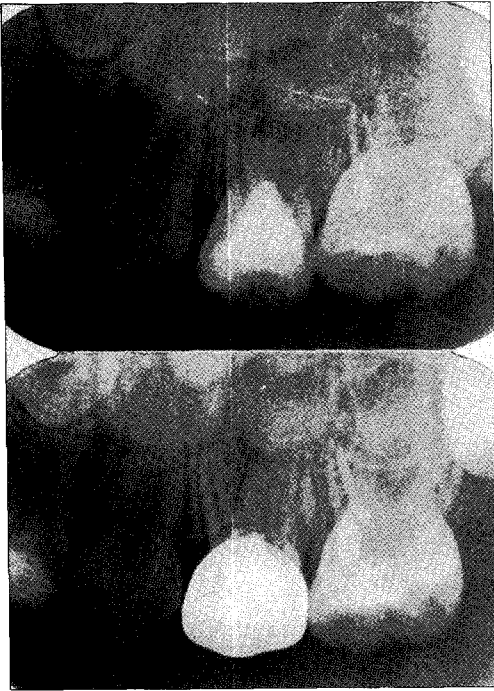


Fig. 1 치료후 7개월이 경과한 #64 치아의 치료직 후 및 현재 사진

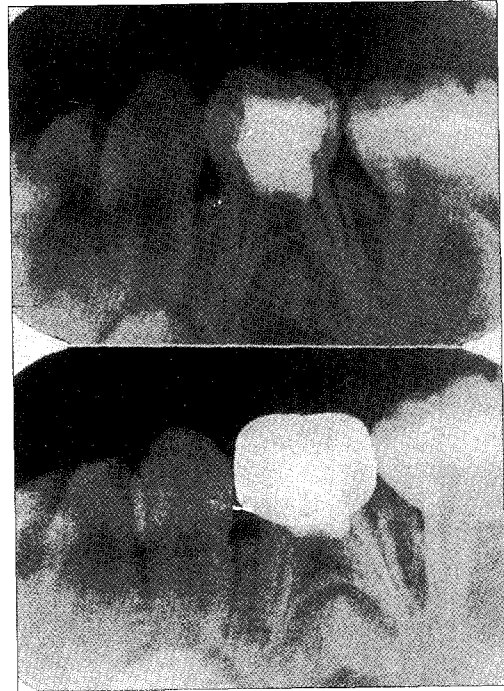


Fig. 2 치료후 9개월이 경과한 #74 치아의 치료직 후 및 현재 사진

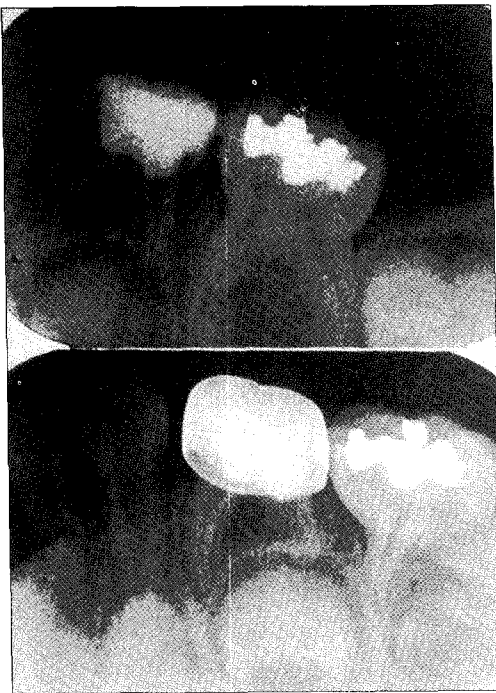


Fig. 3 치료후 10개월이 경과한 #74 치아의 치료직 후 및 현재 사진

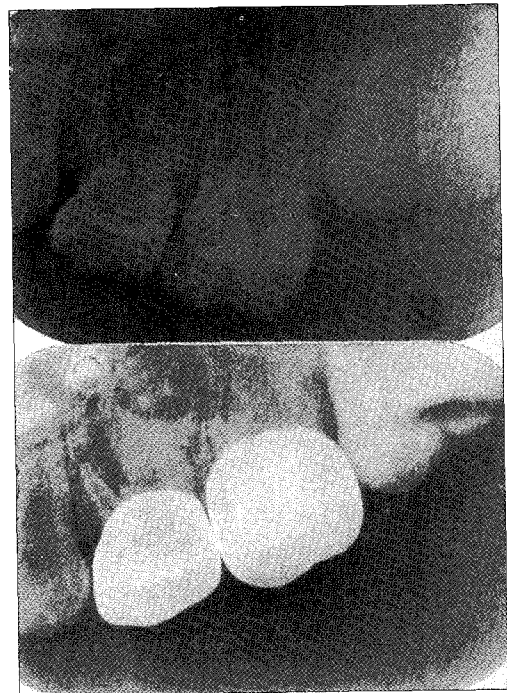


Fig. 4 치료후 10개월이 경과한 #65 치아의 치료직 후 및 현재 사진

### III. 총괄 및 고찰

현대에 이르러 치수절단술의 개념은 크게 세가지로 정리될 수 있는데 치수조직의 고정을 통해 감염과 내흡수의 가능성을 없애는 실활(devitalization)과 절단부 이하의 치수조직의 생활력을 그대로 유지하려는 보존(preservation), 그리고 치수절단부에 적극적으로 경조직의 형성을 유도하여 조직외부환경과 치수를 격리하려는 재생(regeneration)의 개념이 있다<sup>17)</sup>. 1930년 Sweet가 처음 유치의 치수절단술에 multi-visit formocresol technique을 도입하여 잔존치수를 완전히 살균 및 고정시키려 한 이후로 formocresol은 현재까지도 가장 널리 사용되는 치수절단술 약제이다<sup>18)</sup>. 그 뒤로 환자의 경제적, 행동조절적 측면에서 내원 횟수를 점차로 줄여가면서 1962년 Doyle 등은 2-visit technique을 주창하였으며 1965년 Spedding 등과 1966년 Redig가 5-min. FC pulpotomy technique을 확립하면서 완전한 조직고정의 개념은 사라지게 되었다. 단시간의 formocresol의 적용은 치수를 부분적 실활 상태로 만들어 만성적 염증상태에 있게 하여 치근 내흡수와 농양이 쉽게 형성할 수 있는 상태가 된다. 또한 세포독성, 전신적으로 순환혈액내 분포 및 간과 신장에 대한 국소적 독성, 동물실험에서의 돌연변이 유발성과 발암성 면역반응 유발성 등이 보고되었고 계승치의 법랑질 결함 형성 또한 논란이 되고 있다<sup>19)</sup>. 이럼에도 불구하고 formocresol이 유치의 치수절단술의 약제로 가장 널리 사용되는 것은 오랜 기간에 걸친 경험을 통해 얻은 높은 임상적 성공률과 강한 살균력, 사용의 용이성 등에 기인한다고 하겠다. 한편 Straffon과 Han, Loos와 Han, Morawa 등은 이러한 formocresol의 잠재적 위험성을 줄이기 위해 formocresol을 희석하여 사용할 것을 주장하였고 또한 그 결과가 희석하지 않은 formocresol을 사용했을 경우와 별다른 차이가 없음이 알려지면서 20%로 희석한 formocresol의 사용이 권장되게 되었다<sup>19, 21, 22)</sup>.

보존(preservation)의 개념은 치수조직에 고정을 가하지 않고 최소한의 처리만을 하여 가능한 생리적인 상태로 유지시키려는 것으로 비교적 원래의 치수절단술의 의미에 가깝다고 하겠다. 그러나

이 역시 조직과 외부환경을 완전히 격리시키지는 못한다. 이 개념에 포함되는 치수절단술 약제로는 glutaraldehyde와 ferric sulfate가 있다. 한동안 대체 약제로 각광을 받았던 glutaraldehyde는 cresol을 포함하지 않으면서 고정성이 뛰어나고, 조직투과량이 제한되며, 낮은 독성 및 면역반응을 적게 유발하는 장점이 있었으나 내흡수 등 아직도 그 결과에 대한 일관된 의견일치가 이루어지지 않아 논란의 여지가 많다.

반면 재생(regeneration)은 생리적인 유지에 그치지 않고 치수절단부위의 조직내 조상아세포를 활성화시켜 생활치수를 조직 외부환경과 격리시키려는 것으로 조직치유의 측면에서 가장 이상적이라 할 수 있다. 약제로는 가장 널리 알려진 calcium hydroxide 및 아직 실험단계에 있는 동결건조골, BMP, 골형성유도 단백질, growth factor 등이 여기에 속한다.

ferric sulfate는 1857년부터 Monson's solution(20% ferric sulfate)이란 이름으로 사용되기 시작하여 오랜 동안 피부과 영역에서 사용되어 왔으며 치과영역에서는 보철 술식 중 인상을 위한 치은 retraction을 위해, 또는 외과적 치근단절제술시의 지혈제로 현재까지도 널리 사용되고 있다.

치수절단술의 성공에 영향을 미치는 요소에는 여러 가지가 있는데 치수의 건강도, 잔존 치수조직과 접하는 치수실내의 완전한 살균과 감염치수의 제거, 지혈의 양상 등이 있다. 1973년 Schröder<sup>20)</sup>

는 특히 치수의 혈병의 양이 치수절단술의 결과에 직접 관련이 있다고 하였다. 특히 ferric sulfate

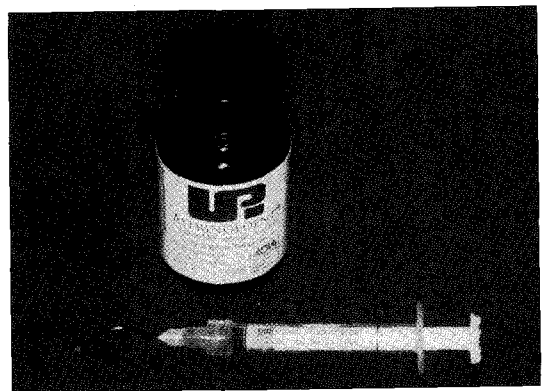


Fig. 5 증례에 사용한 15.5% ferric sulfate (Astringent, Ultradent Co., USA)

는 치수의 혈병의 양을 최소화하면서 치수지혈을 이루어 조직학적인 치유를 유리하게 하고 또한 치수의 모세혈관을 미세혈병으로 봉쇄하여 약제 자체의 전신적 분포를 방지하는 것으로 알려져 있다.

1988년 Landau와 Johnsen<sup>5)</sup>은 원숭이 치아에서, 1998년 최 등<sup>6)</sup>은 Beagles 개의 치아에서 formocresol을 사용한 경우보다 이차상아질 및 부분적 dentinal bridge 형성 등 더 양호한 조직학적 반응을 보고하였다. 반면 1997년 Fuks 등<sup>7)</sup>은 소의 치아에서, 1997년 Cotes 등<sup>8)</sup>은 쥐의 치아에서 formocresol과 ferric sulfate로 치료한 군 사이에 염증의 정도와 dentin bridge는 차이가 없었다고 보고하였다. 1991년 Fei 등<sup>10)</sup>의 첫 임상적 보고 이후로 현재까지 이루어진 임상적 및 방사선학적 연구에서는 평균 20.5개월 간의 follow up이 최장기간으로 보고되었으며 이때 formocresol의 결과와 유사한 성공률을 얻었다고 보고하였다<sup>12)</sup>.

ferric sulfate는 치수 적용법도 간단하며 formocresol에 비해 그 적용시간도 짧다. formocresol의 적용시간이 최소한 1분 이상인데 비해 ferric sulfate는 15초 정도이며 채도포시 시간을 포함해도 30초를 넘지 않는다. 가압의 필요성도 적다. 또한 조직표면만을 처리하여 접촉면 하방 조직에 미치는 효과도 적어 이론적으로는 치수생활력에 영향을 적게 준다. 반면 치수조직면에 접촉하는 이장재의 영향을 많이 받는 단점도 있다. 실제 ZOE 이장재에서 유리되는 eugenol은 치수자극성이 있는 것으로 알려져 있으며 특히 고정되지 않은 건강한 치수에서 자극반응이 크게 나타남이 보고되었다<sup>14-16)</sup>. 따라서 치수절단 약제뿐 아니라 이장재의 생체친화성에 대한 연구가 필요할 것이다. 또한 잔존 ferric sulfate가 골과 장기간 접촉시 염증을 유발한다는 보고<sup>17, 18)</sup>가 있어 치수에 대한 장기적 효과 또한 계속적 연구가 필요할 것이다.

추후 ferric sulfate의 임상적 사용 가능성을 확립하기 위해서는 보다 더 장기간의 임상적 추적과 조직학적 연구를 통해 일관된 결과를 얻는 것이 필요하리라 사료된다.

#### IV. 결 론

저자는 서울대학교병원 소아치과에 내원한 환자 중 임상적 및 방사선학적 진단에 의해 치수절단술의 적응증에 해당하는 치아에 ferric sulfate를 사용하여 치수절단술을 행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 절단된 치수조직에 15-30초간 15.5% ferric sulfate를 적용하고 IRM 이장재를 사용하는 치수절단술을 행하여 최대 10개월이 지난 현재까지 양호한 임상적 및 방사선학적 결과를 얻었다.
2. 추후 계속적인 임상적 및 방사선학적 관찰이 필요할 것으로 보인다.

#### 참 고 문 헌

1. Guideline for pulp therapy for primary and young permanent teeth, AAPD reference manual 1991-1992: 53-56
2. Alacam A: Pulpal tissue changes following pulpotomies with formocresol, glutaraldehyde-calcium hydroxide, glutaraldehyde-zinc oxide eugenol pastes in primary teeth, J Pedod 13 : 123-132, 1988
3. Prakash C, Chandra S, Jaiswal JN: Formocresol and glutaraldehyde pulpotomies in primary teeth, J Pedod 13 : 123-132, 1988
4. Avram DC, Pulver F: Pulpotomy medicaments for vital primary teeth, ASDC J Dent Child 56 : 426-434, 1989
5. Landau MJ, Johnsen DC: Pulpal response to ferric sulfate in monkeys American Association of Dental Research, Abstract #822, 1989
6. 최장규, 김종여, 김종수, 김용기 : 지혈적 치수절단술의 효과에 관한 조직학적 연구. 대한소아치과학회지 25 : 19-37, 1998
7. Fuks AB, Eidelman E, Cleaton-Jones P, Michaeli Y: Pulp response to ferric sulfate, dilute formocresol and IRM in pulpotomized primary baboon teeth, ASDC J Dent Child : 64 : 254-259, 1997

8. Cotes O, Boj JR, Canalda C, Carreras M: Pulpal tissue reaction to formocresol vs. ferric sulfate in pulpomotized rat teeth. *J Clin Pediatr Dent* 21 : 247-252, 1997
9. Ketley CE, Goodman JR: Formocresol toxicity: is there a suitable alternative for pulpotomy of primary molars? *Int J Paediat Dent* 2 : 67-72, 1991
10. Fei AL, Udin RD, Johnson R: A clinical study of ferric sulfate as a pulpotomy agent in primary teeth. *Pediatr Dent* 13 : 327-332, 1991
11. Ranley DM: Pulpotomy therapy in primary teeth : new modalities for old rationales. *Pediatr Dent* 16 : 403-409, 1994
12. Fuks AB, Holan G, Davis JM, Eidelman E : Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpomotized primary molars: long-term follow up. *Pediatr Dent* 19 : 327-330, 1997
13. Fuks AB, Holan G, Davis JM, Eidelman E: Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpomotized primary molars: preliminary report. *Pediatr Dent* 16 : 158-159, 1994
14. Berger JE: Pulp tissue reaction to formocresol and zinc oxide-eugenol. *J Dent Child* 32:13-28, 1965
15. Garcia-Godoy F, Novakovic DP, Carvajal IN: Pulpal response to different application times of formocresol. *J Pedo* 6:176-193, 1982
16. Garcia-Godoy F: A comparison between zinc-oxide-eugenol and polycarboxylate cements on formocresol pulpomoties. *J Pedo* 6: 203-217, 1982
17. Lemon RR, Steele PJ, Jeansonne BG: Ferric sulfate hemostasis: Effects on osseous wound healing. I. Left in situ for maximum exposure. *J Endod* 19:170-173, 1993
18. Jeansonne BG, Boggs WS, Lemon RR: Ferric sulfate hemostasis: Effects on osseous wound healing. II. With curettage and irrigation. *J Endod* 19:174-176, 1993
19. Morawa AP, Straffon LH, Han SS, Corpron RE: Clinical evaluation of pulpomoties using dilute formocresol. *J Dent Child* 42:360-363, 1975
20. Schröder U: Effect of an extra-pulpal blood clot on healing following experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. *Odont Revy* 24:257-268, 1973
21. Straffon LH, Han SS : Effects of varying concentrations of formocresol on RNA synthesis of connective tissue in sponge implants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 29:915-925, 1970
22. Loos PJ, Han SS : An enzyme histochemical study of the effect of various concentrations of formocresol on connective tissue. *Oral Surg* 31:571-585, 1971