

## Ferric sulfate를 이용한 유치치수절단술의 3년 후 임상평가

윤연희 · 장기택 · 한세현

서울대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치학연구소

### 국문초록

15.5% ferric sulfate solution을 이용하여 유치치수절단술을 시행한 유구치의 상태를 임상적, 방사선학적으로 평가를 하여 이를 20%로 희석한 formocresol로 치수절단술을 시행한 경우와 비교하였다. 1997년부터 1998년까지 서울대학교병원 소아치과에서 치료를 받은 건강한 환아를 대상으로 하였고, ferric sulfate를 이용한 치수절단술을 치료받은 30개의 치아와 20%로 희석한 formocresol로 치수절단술치료한 23개의 치아, 총 53개의 치아를 평균 34개월 후 follow-up하여 그 임상적, 방사선학적 상태를 조사하였다. ferric sulfate군의 전체적인 성공률은 80.0%이었고, formocresol군의 성공률은 81.0%이었다. 두 군의 결과 차이를 카이제곱검정의 통계방법으로 분석하였다. ferric sulfate군의 4개와 formocresol군의 4개의 치아가 외흡수를 보였고 근단부 치조골파괴는 ferric sulfate군의 3개와 formocresol군의 2개에서 보였다. ferric sulfate군과 formocresol군 사이의 성공률은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

**주요어 :** 치수절단술, Ferric sulfate, Formocresol, 유치

### I. 서 론

소아치과의사는 깊은 우식으로 인해 치수노출이 이미 일어났거나 병소가 치수에 매우 가깝게 있는 경우를 많이 보게 된다. 이런 경우 치과의사는 통증의 제거와 악궁길이의 보존, 저작, 발음 및 심미적 기능의 유지, 악습관의 방지 등을 위해 유치치수치료를 시행하게 된다<sup>1)</sup>.

이중 치수절단술은 염증 또는 변성을 보이는 치수를 제거하고 건전한 생활치수를 남겨서 그 절단부위에 치유를 촉진하는 치수복조제나 하부조직을 고정하는 물질로 덮는 것이다. 이때 사용하는 물질은 살균력이 있어야 하고 치수조직이나 주위구조에 해가 없어야 한다. 또한 치근단쪽 치수의 치유를 촉진해야 하고 염증없이 조직을 보존해야 하며 생리학적 치근흡수를 방해해서는 안된다<sup>2,3)</sup>.

지난 60년간 치수절단술시 가장 많이 사용한 약제는 1904년에 Buckley가 부패근관치료제로 보고한 formocresol이다<sup>4)</sup>. 70~100%의 높은 임상적 성공률을 나타내고 있기는 하지만<sup>5-7)</sup> 약제사용자체가 그 독성 때문에 논란이 되고 있다. formocresol은 치수조직의 염증과 괴사반응을 일으키고, 조직이 전체적으로 고정되며 세포가 계속 증식하지 못하고 정상모양으로 변화하지 못하는 세포독성을 가지고 있다. 영구계승치의 치배에도 영향을 주어 법랑질형성부전증과 변위 등을 야기한다. 또한 전신적

으로 흡수되어 간과 신장에 변화를 일으키며, 돌연변이유발력과 발암성을 잠재적으로 가지고 있다<sup>8-15)</sup>.

따라서 여러 연구자들이 이를 대체할 수 있는 여러 가지 약물과 방법을 제시하고 있다. 이제껏 대체치료로 제시되어 온 것은 electrosurgery<sup>16)</sup>, laser<sup>16)</sup>, preparation containing corticosteroids<sup>17)</sup>, collagens<sup>18)</sup>, glutaraldehyde<sup>10-12,18)</sup>, ferric sulfate<sup>19-24)</sup>, 냉동건조골<sup>25)</sup>, bone morphogenetic protein<sup>26)</sup>, osteogenic protein<sup>27)</sup> 등이다.

15.5% Ferric sulfate( $Fe_2(SO_4)_3$ ) solution은 보철물의 임상채득을 위한 지혈과 치은압배를 위한 약제로 많이 사용되어 왔다. 그 기전을 살펴보면 ferric ion과 sulfate ion이 혈액과 같이 작용하여 혈액단백질의 응집을 나타낸다. ferric sulfate는 혈액과 화학반응을 하여 지혈에 영향을 끼치는 것이다. 이렇게 혈병 형성을 방지하여 이로 인해 발생될 수 있는 염증과 내흡수의 가능성을 최소화한다. 그리고 형성된 응집체는 ferric sulfate가 전신적으로 흡수되는 것을 막는다<sup>28)</sup>.

Schroeder<sup>29)</sup>는 ferric sulfate가 blood clot의 생성을 억제함으로써 inflammation과 internal resorption의 기회를 최소화할 수 있다고 하였다. Ranly<sup>30)</sup>는 pulp stump의 표면에 있는 metal protein clot이 sub-base의 irritative component에 대한 barrier가 될 수 있다고 제시하였다. 그리고 이런 작용은 수동적으로만 작용한다고 하였다. Landau와 Johnson<sup>20)</sup>은 처음

으로 ferric sulfate의 pulpal response를 monkey teeth에서 연구하여 양호한 치수반응을 얻었다. Cotes 등<sup>30)</sup>은 쥐 치아를 대상으로 한 실험에서 formocresol 군과 유사한 결과를 보고하였다.

지금까지의 연구에서는 ferric sulfate와 formocresol은 거의 비슷한 정도의 염증반응, abscess 형성 등을 보인다. 하지만 현재, 이에 대한 임상적 연구 및 고찰이 더 필요한 실정이다. 이에 저자는 15.5% ferric sulfate solution을 이용하여 유치치수절단술을 시행한 유구치의 3년 후 상태를 임상적, 방사선학적으로 평가를 하여 이를 20%로 희석한 formocresol로 치수절단술을 시행한 경우와 비교하여 보고하는 바이다.

## II. 연구 재료 및 방법

1997년부터 1998년까지 서울대학교병원 소아치과에서 치료를 받은 건강한 환자(1년-6년까지 평균 3.5년의 나이)를 대상으로 하였다. 우식으로 인해 생활치수조직이 노출된 유치로서 부종이나 누공을 포함한 치수변성의 임상적, 방사선학적 소견이 없으며, 구치부 기성금관으로 수복이 가능한 치아를 선택하여 51개의 치아를 치수절단술치료를 하였다.

30개의 치아는 15.5% ferric sulfate(Astringent™, Ultradent, U.S.A.-이하 FS) 를 이용하여 치료하였고, 나머지 21개의 치아는 20% formocresol(Dental formocresol, Agsa Japan Co., Japan-이하 FC)로 치료하였다.

치료한 치아를 3년 후(평균 34개월) follow-up하여 그 임상

적, 방사선학적 상태를 조사하였다. 방사선 사진은 크기가 작은 No. 0 필름을 사용하여 구내표준촬영을 하였다. 방사선적 관찰 내용은 특이소견 없음, 외흡수, 내흡수, 치주인대 비대, 치근분지부 치조골 파괴, 근관석회화, 근단부 치조골파괴로 나누어 조사하였다. 임상적 관찰내용은 특이소견 없음, 누공, 치주농양, 부종, 자발적인 동통, 동요도로 나누어 조사하였다. 환자정보는 성별, 차트번호, 생년월일, 치료한 치아번호, 치료한 날짜, follow-up한 시간, 방사선적 관찰내용, 임상적 관찰내용 순으로 정리하였다. 방사선적 성공은 병적인 내흡수, 외흡수가 없고, 치근분지부와 근단부의 치조골파괴가 없고 치근천공이 없는 경우로 하였고, 임상적 성공은 동통의 증상이 없고 타진에 반응이 없으며 부종과 누공, 병적인 치아동요도가 없는 경우로 하였다. 이에 따른 FC군과 FS군의 성공률을 카이제곱검정으로 통계처리하였다.

## III. 연구성적

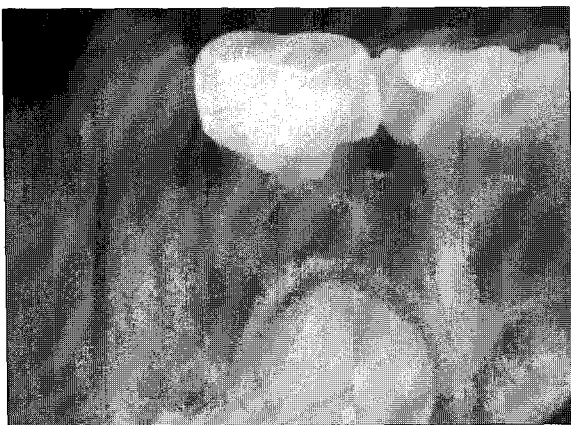
1997년부터 1998년까지 치수절단술 치료받은 총 53개의 치아를 평균 34개월 후 follow-up하여 그 임상적, 방사선학적 상태를 조사한 결과는 Table 1, 2와 같다.

한 치아의 여러 치근에서 다양한 양상이 동시에 나타난 경우도 있었다. 가장 많이 관찰된 치수반응은 FS와 FC군 모두에서 근관석회화였고, 실패요소로 작용한 것 중에서는 외흡수가 가장 많았다.

임상적 성공률은 FS의 경우는 93%, FC의 경우는 100%였

**Table 1.** Radiographic finding

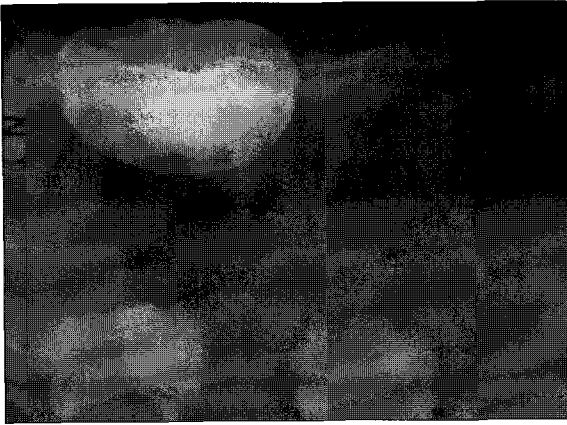
	unrem- arkable	internal root resorption	external root resorption	PDL widening	interradicular bone destruction	calcific metamorphosis	periapical bone destruction	success
FS	13	2	4	5	1	10	3	24/30
FC	11	0	4	1	1	6	2	17/21



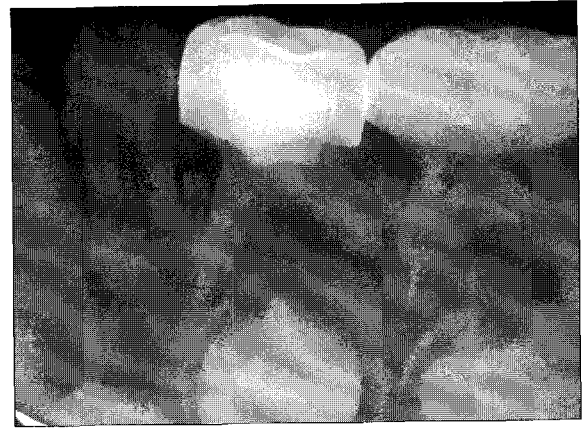
**Fig. 1.** Mandibular left deciduous first molar treated with ferric sulfate demonstrating calcific metamorphosis in distal root and internal root resorption in mesial root.



**Fig. 2.** Mandibular right deciduous second molar treated with ferric sulfate demonstrating calcific metamorphosis in distal root.



**Fig. 3.** Mandibular right deciduous second molar treated with formocresol demonstrating interradicular bone destruction, severe external root resorption, and periapical bone destruction.



**Fig. 4.** Mandibular left deciduous first molar treated with formocresol demonstrating calcific metamorphosis and external root resorption in distal root.

**Table 2.** Clinical findings

	Abscess	Mobility	Other	success
FS	2	0	0	28/30
FC	0	0	0	21/21

다. 방사선학적 성공률은 FS의 경우는 80%, FC의 경우는 81%였다.

이런 결과를 카이제곱검정으로 통계처리해보면 FS군과 FC군 사이의 전체성공률은 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.(Table 3)

#### IV. 총괄 및 고찰

Ranly<sup>19)</sup>는 유치를 위한 치수절단술 치료에 대한 보고에서 목적에 따라 치수절단술의 종류를 devitalization, preservation, regeneration으로 분류하였다. 이번 연구에서는 devitalization에 해당하는 formocresol과 preservation에 해당하는 ferric sulfate 치수절단술을 유치에서 시행한 후 임상적, 방사선적 성공률을 비교, 관찰하였다.

Ferric sulfate 치수절단술에 대해 Fei 등<sup>21)</sup>은 1년 후 96% 방사선학적 성공률을 보고하였고 Fuks 등<sup>22)</sup>은 6~34개월의 93% 방사선학적 성공률을 보고하였다. 또한 Smith 등<sup>23)</sup>은 4~57개월의 74~80%의 방사선학적 성공률을 보고하였고, Ibricevic과 Al-Jame<sup>24)</sup>은 20개월에 단지 2.8%의 방사선학적 실패만을 보고하였다. 이러한 결과는 이번 연구의 80%와 어느 정도 차이를 보이고 있다. 이런 성공률의 차이는 follow-up 기간의 차이와 인종간의 차이, 표본크기의 차이, 그리고 치료술식의 약간의 차이등을 들수 있겠다.

Formocresol은 어떤 연구에서도 염증없이 신경조직이 회복되는 것으로 보고된 바가 없다<sup>10-12,15)</sup>. 대체약제로 제시된 ferric sulfate는 이보다 적은 염증반응을 보일 것이라고 기대할 수 있

**Table 3.** Success and failure count of treatments

		Treatment		Total
		FS	FC	
success	Count	24	17	41
	% within treatment	80.0%	81.0%	80.4%
failure	Count	6	4	10
	% within treatment	20.0%	19.0%	19.6%
Total	Count	30	21	51
	% within treatment	100.0%	100.0%	100.0%

겠다. 이 등<sup>31)</sup>은 성견 치아를 대상으로 한 연구에서 ferric sulfate를 이용한 군에서 formocresol보다 현저히 감소된 염증 양상과 빠른 치수조직 회복소견을 보였다고 하였다. 최 등<sup>32)</sup>은 Beagle에서 formocresol을 이용한 경우보다 이차 상아질 및 부분적인 상아질교 형성등에서 더 양호한 조직학적 변화를 보고 하였다. 그리고 이와 이<sup>33)</sup>는 formocresol이 치수 섬유모세포에 대한 세포의 활성을 감소시키고, 단백질 합성 및 알칼리성 인산효소의 활성을 감소시켰으나, ferric sulfate는 치수 섬유모세포의 활성을 유지, 혹은 증가시키는 역할을 하고, 그 외에 치유에 도움을 줄 수 있는 단백질 합성도 별다른 영향을 받지않는 것으로 관찰되었고, 알칼리성인산효소의 활성은 감소되는 양상을 보였다고 하였다. 그러나 Cotes 등<sup>30)</sup>이 쥐에서 한 연구에 의하면 ferric sulfate로 치료한 군이 결코 formocresol보다 더 적은 염증정도를 보이지는 않았다. Lemon 등<sup>28,34)</sup>도 계속적으로 ferric sulfate의 많은 양이 연조직과 골조직에 장기간 접촉한다면 치유를 방해하며 심한 염증반응을 일으킬 수 있다고 보고하였다. 또한 강 등<sup>35)</sup>은 인간의 치은 섬유모세포를 대상으로 comet assay를 시행한 결과 임상적으로 사용되는 15.5%의 ferric sulfate는 유전자 손상을 유발할 수 있는 농도라고 보고하였다. 이번 연구에서 나타난 농양과 흡수의 여러 원인중 하나가 이러한 약제자체로 인한 만성염증으로 볼 수 있겠고 이런 점을 감안해볼 때 치수절단술 술식 중 과도한 ferric sulfate는 반드시 제

거를 해야한다는 점이 강조되어야 하겠다.

Formocresol 치수절단술은 고정 효과와 남아있는 치수조직의 광범위한 미이라화시키지만 ferric sulfate를 이용한 치수절단술은 고정제가 아니므로 하방부 염증에 작용하지 못한다. 따라서 염증이 치관부 치수염에 국한되어 있지 않고 근관부까지 진행되어 버린 치아를 치수절단술로 치료한다고 할 때 formocresol 치수절단술의 경우 임상적으로는 여전히 성공으로 나타났을 수 있지만 ferric sulfate 치수절단술의 경우는 실패로 나타날 확률이 높다<sup>31)</sup>. 이번 연구에서도 formocresol군은 임상적으로는 100% 문제가 없었지만, 방사선적으로 보면 19.0% 실패하여 그 차이가 심하였으나, ferric sulfate군은 임상적으로 93% 성공률과 방사선학적으로는 80% 성공률로 그 차이가 상대적으로 작았다. 그리고 Fig. 3에서 보는 바와 같이 근단부 치조골파괴가 광범위한 경우에도 임상적으로는 특이한 소견을 전혀 보이지 않는 경우도 있었다. 이런 차이점 때문에 ferric sulfate를 이용한 치수절단술 시행시는 formocresol 치수절단술에 비해서 치료할 치아선택시 약제 적용전 지혈상태, 임상적 충혈증상, 괴사상태 등에 세심한 확인이 필요하다 하겠다.

Ferric sulfate를 이용해 치료한 치아에서 내흡수가 나타났는데 이는 이장재로 사용하는 zinc oxide와 eugenol(ZOE)의 영향이라고 생각할 수 있겠다. 치수절단술 약제로 ZOE를 사용한 지난 연구에서 내흡수는 흔하게 볼 수 있었다. ZOE는 혈류가 많은 치수조직과 접촉하여 zinc eugenolate의 hydrolysis가 일어나 free eugenol을 생산한다. 이런 eugenol이 생활조직과 직접적으로 접촉하면서 만성염증과 괴사를 나타내게 된다. 이런 만성염증의 가장 흔한 형태가 내흡수이다<sup>36)</sup>. 이런 eugenol의 작용에 대해 formocresol 치수절단술에서는 고정된 조직이 차단하는 역할을 담당하지만 ferric sulfate에서는 생활 조직과 eugenol 사이에 오직 혈병만이 존재하게 된다. 따라서 치수조직면에 접촉하는 이장재의 영향을 많이 받을 수 있다<sup>31)</sup>. 앞으로 ferric sulfate 치수절단술에서 이장재의 치수조직에 대한 부정적인 효과를 줄일 수 있는 시술방법을 개발하거나 ZOE보다 적은 염증반응을 보이는 이장재 재료에 대한 평가가 이루어져야 하겠다.

## V. 결 과

Ferric sulfate를 이용한 치수절단술을 치료받은 치아와 20%로 희석한 formocresol로 치수절단술 치료한 치아를 3년 후 follow-up하여 그 임상적, 방사선학적 상태를 조사한 결과 ferric sulfate군의 전체적인 성공률은 80.0%이었고, formocresol군의 성공률은 81.0%이었다. 이러한 성공률은 통계학적으로 서로 유의한 차이를 보이지 않았다.

## 참고문헌

1. 대한소아치과학회 : 소아·청소년치과학. (주)신홍인터내

셔널, 261-280, 1999.

2. AAPD : Guideline for pulp therapy for primary and young permanent teeth. *Pediatr Dent* 21:62-65, 1999.
3. Coll JA, Josell S, Nassof S, Shelton P : An evaluation of pulpal therapy in primary incisors. *Pediatr Dent* 10:178-184, 1988.
4. Buckley JP : The chemistry of pulp decomposition with a rational treatment for this condition and its sequelae. *Am Dent J* 3:764, 1904.
5. Magnusson BO : Therapeutic pulpotomies in primary molars with the formocresol technique. *Acta Odontol Scand* 36:157-165, 1977.
6. Fuks AB, Bimstein E : Clinical evaluation of diluted formocresol pulpotomies in primary teeth of school children. *Pediatr Dent* 3:321-324, 1981.
7. Verco PJW, Allen KR : Formocresol pulpotomies in primary teeth. *J Int Ass Dent Child* 15:51-55, 1984.
8. 황인성 : 성견 치수 절단술시 <sup>14</sup>C-formaldehyde를 함유한 Formocresol의 전신적 흡수 및 분포에 관한 실험적 연구. *대한소아치과학회지* 16:227-233, 1989.
9. 이범모, 한세현 : Formocresol을 사용한 치수절단술시 Formaldehyde의 전신적 흡수, 분포 및 급성독성에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 17:123-137, 1990.
10. 허노정 : Glutaraldehyde 및 Formocresol이 유견유치 치수조직에 미치는 영향에 관한 병리조직학적 연구. *대한소아치과학회지* 8:37-41, 1981.
11. 최병재, 이종갑 : Formocresol, Glutaraldehyde가 유견계승치 치배 및 주위조직에 미치는 영향에 관한 병리조직학적 연구. *대한소아치과학회지* 8:55-59, 1981.
12. 최병재 : Formocresol, glutaraldehyde의 접촉시간에 따른 성견치수의 병리조직학적 연구. *대한소아치과학회지* 14:93-99, 1987.
13. Messer GR, Clini JC, Korf NW : Long-term effects of primary molar pulpotomies on succedeous bicuspids. *J Dent Res* 59:116-123, 1980.
14. Lewis BB, Chestner SB : Formocresol in dentistry: A review of mutagenic and carcinogenic potential. *J Am Dent Assoc* 103:429-434, 1983.
15. 임희식, 이종갑 : 고주파진류를 이용한 치수절단술에 따른 성견 치수의 병리조직학적 연구. *대한소아치과학회지* 16:186-190, 1989.
16. Shoji S, Nakamura M, Horiuchi H : Histopathological changes in dental pulps irradiated by CO<sub>2</sub>: a preliminary report on laser pulpotomy. *J Endod* 11:379-384, 1985.
17. Paterson RC : Corticosteroids and the exposed pulp.

- Br Dent J 140:174-177, 1976.
18. Fuks AB, Cleaton-Jones P, Michaeli Y, Bimstein E : Pulp response to collagen and glutaraldehyde in pulpotomized primary teeth of baboons. *Pediatr Dent* 13:142-150, 1991.
  19. Ranly DM : Pulpotomy therapy in primary teeth: new modalities for old rationales. *Pediatr Dent* 16:403-409, 1994.
  20. Landau MJ, Johnson DC : Pulpal response to ferric sulfate in monkeys. *J Dent Res* 67:215 [Abstr #822], 1988.
  21. 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.
  22. Fuks AB, Holan G, Davis JM, Eidelman E : Ferric sulfate versus dilute formocresol in pulpotomized primary molar: long-term follow up. *Pediatr Dent* 19:327-330, 1997.
  23. Smith NL, Seale NS, Nunn ME : Ferric sulfate pulpotomy in primary molars: A retrospective study. *Pediatr Dent* 22:192-199, 2000.
  24. Ibricevic H, Al-Jame Q : Ferric sulfate as pulpotomy agent in primary teeth: twenty month clinical follow-up. *J Clin Pediatr Dent* 24:269-272, 2000.
  25. Fadavi S, Anderson AW, Punwani IC : Freeze-dried bone in pulpotomy procedures in monkeys. *J Pedod* 13:108-122, 1989.
  26. Nakashima M : Induction of dentine formation on canine amputated pulp by recombinant human bone morphogenetic proteins (BMP)-2 and 4. *J Dent Res* 73:1515-1522, 1994.
  27. Rutherford RB, Wahle J, Tucker M et al. : Induction of reparative dentine formation in monkeys by recombinant human osteogenic protein-1. *Arch Oral Biol* 38:571-576, 1993.
  28. Lemon RR, Steele PJ, Jeansonne BG : Ferric sulfate hemostasis: Effect on osseous wound healing. I. Left in situ for maximum exposure. *J Endodon* 19:170-173, 1993.
  29. Schroeder U : Effect of an extra-pulpal blood clot on healing following experimental pulpotomy and capping with calcium hydroxide. *Odont Revy* 24:257-268, 1973.
  30. Cotes O, Boj JR, Canalda C, Carreras M : Pulpal tissue reaction to formocresol vs. ferric sulfate in pulpotomized rat teeth. *J Clin Pediatr Dent* 21:247-254, 1997.
  31. 이창섭, 임철승, 박주철, 이상호 : Ferric sulfate를 이용한 치수절단술 후 성견 치수의 조직반응에 관한 연구. *대한소아치과학회지* 27:333-343, 2000.
  32. 최장규, 김종여, 김종수, 김용기 : 지혈적 치수절단술의 효과에 관한 조직학적 연구. *대한소아치과학회지* 25:19-37, 1998.
  33. 이영희, 이금호 : 치수절단술 약제의 치수 섬유모세포에 대한 세포독성 연구. *대한소아치과학회지* 27:151-160, 2000.
  34. Jeansonne BG, Boggs WS, Lemon RR : Ferric sulfate hemostasis: Effect on osseous wound healing. II. With curettage and irrigation. *J Endodon* 19:174-176, 1993.
  35. 강호승, 김신, 정태성, 박혜련 : Comet assay를 이용한 ferric sulfate의 유전자 독성에 대한 연구. *대한소아치과학회지* 27:77-83, 2000.
  36. Garcia-Godoy F : A comparison between zinc oxide eugenol and polycarboxylate cements on formocresol pulpotomies. *J Pedod* 6:203-217, 1982.

Abstract

THREE-YEAR FOLLOW UP OF FERRIC SULFATE PULPOTOMY IN PRIMARY MOLARS

Youn-Hee Yun, D.D.S., Ki-Taeg Jang, D.D.S., M.S.D, Ph.D.,  
Se-hyun Han, D.D.S., M.S.D, Ph.D.

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

The objective of this report is to assess clinically and radiographically the state of the primary molars pulpotomized with a 15.5% ferric sulfate solution. The subjects selected were healthy children treated at the pediatric dental clinic of the Seoul National University Hospital in Korea. Thirty teeth were pulpotomized with a ferric sulfate solution(FS). Another twenty-one teeth were pulpotomized with 20% dilute formocresol(FC). Clinical and radiographic data for the fifty-one primary molars were collected with a mean follow-up period of 34 months. The success rate for the FS group was 80.0%. The success rate for the FC group was 81.0%. The differences in the results between the two groups were analyzed statistically utilizing the chi square test. External root resorption was observed in four teeth of FS group and four of the FC group. Periapical bone destruction was observed in three of FS group and two of FC group. There were no significant statistical differences between the success rates for FS group and the FC group.

**Key words** : Pulpotomy, Ferric sulfate, Formocresol, Primary teeth