

# 미성숙 영구 전치의 외상 후 MTA를 이용한 치근단 형성술 : 후향적 연구

정서영 · 안병덕 · 홍소이 · 공은경 · 마연주 · 정영정

이화여자대학교 목동병원 소아치과

### 국문초록

미성숙 영구 전치에서 MTA를 이용한 치근단 형성술의 예후를 평가하기 위해, 영구 전치의 외상으로 MTA를 이용한 치근단 형성술을 받은 환자 중 최소 3개월 이상의 경과 관찰이 시행된 환자 49명, 치아 64개의 의무기록과 방사선 사진을 검토하였다. 환자 정보, 치아 및 치주조직 외상 위치와 유형, 치료 전 치근단 병소 유무, 임상 증상 유무, MTA 충전 상태, 치근단 형성술 이후 치근단 병소 치유 및 치근단 경조직 장벽 형성 여부를 조사하고, 임상적, 방사선학적 성공을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 64개의 미성숙 영구전치에 시행된 MTA를 이용한 1-visit 치근단 형성술은 89.1%의 임상적 성공률과 73.4%의 방사선학적 성공률을 보였다.
2. 상악 치아와 하악 치아에 행해진 MTA를 이용한 1-visit 치근단 형성술 비교시 상악에서 유의하게 더 높은 성공률을 보였다.
3. 치아 외상 및 치주조직 외상 유형에 따른 성공률은 유의한 차이를 보이지 않았다.
4. MTA의 적절한 충전 여부는 성공률에 영향을 미치지 않았다.

**주요어:** MTA, 치근단 형성술, 외상, 영구 전치

## 1. 서 론

소아 청소년 성장기 동안 외부 자극에 의한 크고 작은 외상을 겪게 되며 두경부에도 많은 외상을 겪게 된다. 여기에 치아 외상도 포함되며, 모든 치아 외상의 71~92%는 19세 이전에 발생하는 것으로 추정된다<sup>1)</sup>. 모든 치아 외상이 치수 생활력 상실로 연결되는 것은 아니나 미성숙 영구치에서 치근단공의 폐쇄가 이루어지기 전 치수가 손상되면 정상적인 치근 발달이 이루어지지 않는다. 미성숙 치아의 근관 치료 시 얇고 깨지기 쉬운 상아질과 넓고 큰 근단공으로 인해 충분한 기구조작이 이루어지기 힘들고 통상적인 근관충전법으로는 치근단부의 완전한 봉쇄를 얻기 어렵기 때문에 미성숙 치근단을 가진 실활치의 치수 치료를 위해 수산화칼슘을 이용한 치근단 형성술이 시행되어왔다.

Torabinejad 외 많은 연구자들이 수산화칼슘 치근단 형성술의 대체방법으로 Mineral trioxide aggregate(MTA)를 이용한 1-visit 치근단 형성술을 제시하고 있다<sup>2,3)</sup>. MTA는 1990년대 초반 근관치료 분야에서 다양한 적용을 위해 개발되었으며<sup>4)</sup>

1998년 미국 FDA(US Food and Drug Administration)의 승인을 받았다<sup>5)</sup>. MTA는 tricalcium silicate, tricalcium aluminate, tricalcium oxide, silicate oxide가 주성분이며<sup>3)</sup> 수분과 접촉하면 4시간 이내에 경화하는 친수성의 미세분말로, 경화 후 pH는 12.5 정도로 알려져 있고, 압축강도는 아말감보다는 낮지만 IRM, Super EBA와 유사한 수준이다<sup>6)</sup>.

MTA는 세포 독성이 없고<sup>7)</sup> 생체 적합성이 우수하여<sup>8,9)</sup> 세포 부착과 성장 및 증식을 허용하여 치유를 촉진시키는 장점뿐만 아니라<sup>10,11)</sup>, 치료시간을 단축하고 최종 수복과정이 늦어지면서 나타날 수 있는 치근 파절을 방지하며 수산화칼슘을 장기 사용함으로써 나타나는 상아질의 물성약화를 막을 수 있는 장점도 있다<sup>12)</sup>. 미성숙 영구치에 MTA를 이용한 1-visit 치근단 형성술을 시행하였을 때 임상적 및 방사선학적 성공을 보여주는 증례 보고는 많으나<sup>13-17)</sup>, MTA를 이용한 치근단 형성술에 대한 예후에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 외상으로 인해 치수괴사가 나타나는 미성숙 영구전치에서 MTA를 이용한 치근단 형성술을 시행하였을 때, 그 예후를 살펴보기 위하여 임

교신저자 : 정 영 정

서울특별시 양천구 목동 911-1 / 이화여자대학교 의학전문대학원 치과학교실 / 02-2650-2660 / tetra0@hanmail.net

원고접수일: 2010년 10월 18일 / 원고최종수정일: 2010년 12월 15일 / 원고채택일: 2010년 12월 18일

상적 및 방사선학적 평가를 시행하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2005년 1월 1일부터 2010년 2월 26일까지 미성숙 영구 전치의 치아 및 치주조직의 외상을 주소로 이화여자대학교 목동병원 소아치과에 내원한 환자 중 외상치아가 치수 괴사로 진단되어 MTA(ProRoot® MTA, Dentsply, USA)를 이용한 치근단 형성술을 시행하고 3개월 이상의 경과 관찰이 이루어진 환자 중 임상적 및 방사선학적 검사상 대치성 흡수가 나타난 치아를 제외한 49명 환자의 64개 치아가 선택되었다.

### 2. 연구 방법

선택된 49명의 의무기록과 방사선 사진을 검토하여 성별, 연령, 내원 당시 치아 및 치주조직 외상의 형태, 외상 치아의 종류, 치료 시행 전 치근단 병소 유무, 임상적 증상 유무, MTA 충전 상태, 치근단 형성술 이후 치근단 경조직 장벽 형성 여부 및 치근단 병소 치유 여부를 조사하였다.

#### (1) 치아 및 치주조직 외상 분류

치아 외상의 분류는 비복잡 치관 파절, 복잡 치관 파절, 치관-치근 파절, 치근파절, 치아 외상이 없는 경우로 구분하였고 치주조직 외상 분류는 진탕, 아탈구, 측방 탈구, 정출, 함입, 완전 탈구 그리고 본원 내원 전 경험하여 명확히 구분되지 않는 외상으로 구분하였다. 치아 외상과 치주조직 외상을 동시에 경험한 경우에는 중복기록 하였다.

#### (2) MTA 충전 양상과 치근단 경조직 장벽 형성

MTA 충전 상태와 치근단 경조직 장벽 형성 여부는 치근단 방사선 사진으로 판단하였다. 치근단 방사선 사진상 충전된 MTA와 근관벽 또는 치근단공 사이에 빈 공간이 관찰되지 않을 경우 적절한 충전으로 분류하였고, 충전된 MTA와 근관벽 사이에 빈 공간이 존재하거나 재료가 치근단공을 넘어갔을 경우 부적절한 충전으로 분류하였다. 치근단 경조직 장벽의 형성 여부는 치근단부에 방사선불투과성 벽이 명백히 관찰될 경우에만 형성된 것으로 판단하였다.

#### (3) 임상적 및 방사선학적 결과

치치 후 성공 여부는 임상적 성공과 방사선학적 성공으로 나누어 평가하였다. Sarris 등<sup>18)</sup>이 제시했던 바와 같이 치근단 형성술 이후 지속되는 통증 또는 타진, 새로운 치근단 병소의 발생, 농루 형성 등의 임상적 증상이 하나 이상 존재할 경우 임상적 실패로 판단하였고, 앞서 열거한 증상이 없는 것으로 기록된 경우 임상적 성공으로 판단하였다. 방사선학적 성공 여부는 치근단 방사선 사진을 평가하여 성공, 실패, 불명확한 결과로 나

누었으며 평가 기준은 다음과 같다. 정상적인 치주인대 공간을 보이고 술 전 방사선 사진과 비교할 때 치근단 병소의 크기가 감소하고 염증성 치근 외흡수가 나타나지 않을 때 방사선적 성공으로 판단하였으며, 광범위한 방사선 투과상이 치근단에 잔존하나 국소적으로 확장된 치주인대강이 관찰되어 지속되는 치근단 병소라기보다는 반흔조직으로 생각되고 염증성 치근 외흡수 진행이 보이지 않을 때도 성공으로 간주하였다. 치근단 부위의 방사선 투과성 병소 크기가 감소하지 않을 경우 불명확한 결과로 판단하였으며, 치근단 병소의 확장이 뚜렷하거나 근관 충전 후 새로운 병소가 발생한 것이 명백한 경우, 지속적인 치근 외흡수의 징후가 관찰될 경우 방사선학적 실패로 판단하였다.

### 3. 통계 분석

치아 종류, 치아 및 치주조직 외상 유형, MTA 충전 양상에 따른 임상적 및 방사선학적 결과의 차이를 비교하기 위해 Fisher's exact test를 시행하였다. 모든 통계적 처리과정은 SPSS 17.0 version으로 수행하였다.

## III. 결 과

### 1. 환자 및 치아 분포

49명의 환자 중 34명은 남자, 15명은 여자였으며 MTA를 이용하여 1-visit 치근단 형성술을 시행할 당시 환자들의 평균 연령은 10세 7개월이었으며, 관찰 기간은 3개월~64개월의 범위로 평균 29.2개월이었다. 64개 치아 중 상악 중절치가 가장 많았으며 하악 측절치가 가장 적었다(Table 1).

### 2. 치아 및 치주조직 외상 유형

64개 외상 치아 중 25개가 치아 외상을 경험하였고 59개가 치주조직 외상을 경험하였으며 외상 유형 분포는 Table 2와 같다.

### 3. MTA 충전 양상과 치근단 경조직 장벽 형성

64개 치아 중 54개 치아에서는 MTA의 충전이 적절하게 이루어졌으나, MTA와 치근단공 사이에 공간이 존재하는 치아 3개와 MTA가 치근단공을 넘어가 과충전된 치아 7개에서 MTA 충전이 부적절하다고 판단되었다(Table 3). 적절하게 충전된 치아의 39%(21개)와 부적절하게 충전된 치아의 10%(1개)에서 방사선 사진상 치근단 경조직 장벽 형성이 명백히 관찰되었

**Table 1.** Type of traumatized incisors

	Maxilla N(%)	Mandible N(%)
Central incisor	46(71.90%)	10(15.60%)
Lateral incisor	6(9.30%)	2(3.10%)

으나, 치근단 경조직 장벽의 형성 MTA 충전의 적절성 여부에 따른 통계적 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ).

4. 임상적 및 방사선학적 결과

관찰기간 동안 64개 치아 중 57개(89.1%)에서 임상적 성공, 47개(73.4%)에서 방사선학적 성공을 보였다. 타진에 대한 지속적 반응과 치근단 염증 증상을 보이는 7개 치아가 임상적 실패로 판단되었고, 치근단 병소 크기가 감소되지 않거나 증가

되고 염증성 치근 외흡수가 지속되거나 새로운 치근단 병소가 나타난 13개에서 방사선적 실패가 관찰되었다(Table 4).

치아 외상 유형이나 치주조직 외상 유형에 따른 성공률의 차이는 유의하지 않았으며, 치아 외상만 있었거나 치주조직 외상만 있는 경우와 치아 외상과 치주조직 외상이 동반된 경우 사이에 성공률의 차이는 유의하지 않았다(Table 5,  $p>0.05$ ). MTA 충전의 적절성 여부에 따른 성공률의 차이는 유의하지 않았으나 상악 치아는 하악 치아보다 유의하게 높은 방사선학적 성공을 보였다( $p<0.05$ ).

Table 2. Type of dental injury

Teeth injury	N(%)	Periodontal injury	N(%)
Uncomplicated crown fracture	10(15.6)	Concussion	10(15.6)
Complicated crown fracture	13(20.3)	Subluxation	8(12.5)
Crown-root fracture	1(1.6)	Lateral luxation	7(10.9)
Root fracture	2(3.1)	Extrusion	4(6.3)
None	38(59.4)	Intrusion	1(1.6)
		Avulsion	25(39.1)
		Unknown	4(6.3)
		None	5(7.8)

Table 3. MTA filling status and apical barrier formation

Apical barrier	MTA filling	
	Adequate	Inadequate
Present	21	1
Absent	33	9

Fisher's exact test:  $p>0.05$

Table 4. Clinical and Radiographic outcomes

	Clinical outcome	Radiographic outcome
Success	57(89.1%)	47(73.4%)
Failure	7(10.9%)	13(20.3%)
Uncertain		4(6.3%)

Table 5. The outcomes according to the clinical factors

Clinical factors	Clinical outcomes		Radiographic outcomes		
	Success N(%)	Failure N(%)	Success N(%)	Failure N(%)	Uncertain N(%)
Teeth			**		
Maxilla	48(92.3)	4(7.7)	43(82.7)	3(5.8)	6(11.5)
Mandible	9(75.0)	3(25.0)	4(33.3)	1(8.3)	7(58.3)
Teeth injury					
Uncomplicated crown fracture	10(100.0)	0(0.0)	8(80.0)	1(10.0)	1(10.0)
Complicated crown fracture	11(84.6)	2(15.4)	11(84.6)	0(0.0)	2(15.4)
Crown-root fracture	1(100.0)	0(0.0)	1(100.0)	0(0.0)	0(0.0)
Root fracture	2(100.0)	0(0.0)	1(50.0)	1(50.0)	0(0.0)
None	33(86.8)	5(14.3)	26(68.4)	2(5.3)	10(26.3)
Periodontal injury					
Concussion	9(90.0)	1(10.0)	8(80.0)	0(0.0)	2(20.0)
Subluxation	8(100.0)	0(0.0)	7(87.5)	1(12.5)	0(0.0)
Lateral luxation	7(100.0)	0(0.0)	7(100.0)	0(0.0)	0(0.0)
Extrusive luxation	3(75.0)	1(25.0)	3(75.0)	0(0.0)	1(25.0)
Intrusion	1(100.0)	0(0.0)	1(100.0)	0(0.0)	0(0.0)
Avulsion	22(88.0)	3(12.0)	15(60.0)	2(8.0)	8(32.0)
Unknown	4(100.0)	0(0.0)	4(100.0)	0(0.0)	0(0.0)
None	4(80.0)	1(20.0)	3(60.0)	1(20.0)	1(20.0)
Teeth+periodontal injury					
Teeth+periodontal injury	20(90.9)	2(9.1)	17(77.3)	2(9.1)	3(13.6)
Teeth injury only	6(85.7)	1(14.3)	6(85.7)	0(0.0)	1(14.3)
Periodontal injury only	31(88.6)	4(11.4)	24(68.6)	2(5.7)	9(25.7)
MTA filling					
Adequate	47(87.0)	7(13.0)	40(74.1)	2(3.7)	12(22.2)
Inadequate	10(100.0)	0(0.0)	8(80.0)	2(20.0)	0(0.0)

\*\* indicates statistically significant difference between maxillary and mandibular incisors(Fisher's exact test,  $p<0.05$ ).

#### Ⅳ. 총괄 및 고찰

치근단 형성술의 목적은 열린 치근단에서 세균 침입을 제한하고 치근단 장벽 형성을 촉진하는 것이다. 수산화칼슘은 미성숙 영구치의 치근단 형성술에 가장 적합한 재료로 여겨져 왔으며<sup>2)</sup>, 여러 연구에서 74-100%에 이르는 높은 성공률이 제시되었다<sup>19,20)</sup>. 그러나 빈번한 내원과 장기간 소요되는 치료 기간, 환자 협조 요구, 최종 처치의 지연, 장기간의 수산화칼슘 적용 이후 치아 파절 가능성의 증가, 임시 치관 봉쇄에 따른 예후 제약 등의 단점들이 보고되었다. Cvek<sup>20)</sup>은 아탈구 후 수산화칼슘 치근단 형성술을 시행하고 gutta percha 충전술을 시행한 미성숙 치아에서 자발적 혹은 경미한 충격에 의한 치관부 치근 파절이 상대적으로 빈번하게 나타남을 보고하였다. 근관 충전 4년 후 40%의 치아에서 치관부 치근 파절이 발생하였는데, 대부분 (60%)의 파절은 씹거나 무는 힘에 첫 3년 이내에 나타났다. Al-Jundi<sup>19)</sup>는 수산화칼슘 치근단 형성술을 시행한 83명의 환자를 장기간 관찰한 연구에서 32%의 치아가 치근 파절을 보였으며 이 중 85%의 치아 파절이 외상에 의한 것이 아닌, 자발적인 것이었음을 보고하였다. 이러한 이유로 치근단 형성술의 치료 과정을 한 번 또는 두 번의 내원으로 줄이기 위해 치근단에 인위적으로 영구적인 장벽을 형성할 수 있는 재료에 대한 연구들이 많이 행해졌으며, 대안으로 제시된 상아질 조각(dentin chip)<sup>21)</sup>, 수산화칼슘 분말<sup>22)</sup>, 동결건조 동종상아질과 true bone ceramic<sup>23)</sup> 등과 같은 재료들은 치근단 형성술의 근단부 충전 재료로서의 가능성을 보여주었으나 재료 수급의 한계 혹은 생체 친화성 부족 등의 이유로 임상적 사용에서 제외되었다.

MTA는 좋은 생체적합성, 우수한 미세누출 방지능력<sup>24,25)</sup>과 변연 적합성<sup>26)</sup>, 치료 기간 단축, 빈번한 내원 감소, 최종 처치 지연에 따른 치아 파절 위험성 감소 등의 장점 외에, 수산화칼슘과 비교 할 때 치근 파절 저항력을 높임으로써 치근단 형성술에 보다 적합한 것으로 평가 받고 있다<sup>27,28)</sup>.

본 연구에서는 MTA를 이용한 1-visit 치근단 형성술이 89.1%의 임상적 성공과 73.4%의 방사선학적 성공을 보였으며 근관 충전 후 관찰기간 동안 치근파절은 발생하지 않았다. 방사선 사진상 치근단 병소 크기가 증가하거나 감소하지 않은 불명확한 결과를 상대적 성공이라 고려한다면 방사선적 성공률은 79.7%에 도달하였다. 여러 연구들에서도 치근단 형성술에 MTA를 적용한 본 연구에서와 유사한 결과를 보고하고 있다. Sarris 등<sup>18)</sup>은 94.1%의 임상적 성공률과 76.5%의 방사선적 성공률을 보고하였고 Felipe 등<sup>29)</sup>은 개의 치아에서 MTA로 치근단 형성술을 시행한 연구에서 100%의 치근단 병소 치유와 치근단 장벽 형성을 보고하였다. Shabahang 등<sup>3)</sup>은 93%의 치근단 형성을 보고하였고 Simon 등<sup>12)</sup>은 81%의 성공을 보고하였다. 본 연구에서 방사선 사진상 명백히 구별할 수 있는 치근단 장벽 형성은 34.4%의 치아에서 관찰되었으며, 이는 일부 다른 연구결과에 미치지 못했으나<sup>18,29,30)</sup> Simon 등<sup>12)</sup>의 연구에서 보고된 26%의 치근단 형성과 유사한 수준이다. MTA의 부적절한 충전 시 오직 한 개 치아에서만 치근단 경조직 장벽이 형

성되었으나 임상적, 방사선학적 성공에 유의한 영향을 미치지 않는 않았다. 하악 치아보다 상악 치아에서 높은 방사선학적 성공률을 보였으며, 이는 치료 시에 상악 치아에서의 더 나은 접근성과 용이한 기구조작과 관련이 있을 것으로 보인다. 치아 외상이나 치주조직 외상은 치근단 형성술의 성공률에 유의한 영향을 미치는 것으로 보이지는 않으나, 각각의 외상 유형에 해당하는 치아의 수가 적기 때문에 명확한 관련성을 확인하기 위해서는 더 많은 치아를 대상으로 한 연구가 필요하다.

몇몇 연구에서는 치근단 병소를 가진 미성숙 영구치에서 치근단 형성술을 시행할 때 MTA 적용 전 근관 내 및 치근단부의 멸균을 위해 일시적인 근관내 수산화칼슘 침착이 필요하다고 하였다<sup>3,14)</sup>. Cvek<sup>20)</sup>에 의하면 30일 이하의 수산화칼슘 적용은 치근 파절 저항성을 감소시키지 않으며 감염된 근관의 멸균을 위해 적절한 것으로 보인다고 하였다. Stefopoulos 등<sup>31)</sup>은 MTA 충전 전에 근관 내 수산화칼슘을 적용하는 것이 MTA의 과충전을 막는 데 도움이 되며 치근단 부위의 미세누출에 부정적인 영향을 미치지 않는다고 하였다. 이는 전에 수산화칼슘을 적용한 군에서 그렇지 않은 군에 비해 MTA의 과충전이 더 많이 나타난 Felipe 등<sup>29)</sup>의 연구 결과와 상반된다. 본 연구에 포함된 모든 치아들의 경우, MTA 충전 이전에 수산화칼슘이 적용되었으나 수산화칼슘 적용 기간이나 횟수 등이 일정하게 이루어지지 않았으며, 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

치근단 충전재료로써 MTA의 밀폐 능력과 두께에 대한 연구들을 통해 최상의 치근단 밀폐능력을 제공하는 다양한 두께가 제시되었다<sup>32-37)</sup>. 일부 연구들에서 4 mm 두께로 충전 시에 근관 밀폐 능력과 변위에 대한 저항이 가장 효율적이라고 보고되었다<sup>33,35,37)</sup>. 다른 연구들에서는 5 mm 두께가 변위에 대한 충분한 저항력을 가지면서 최상의 치근단 봉쇄를 허용한다고 하였다<sup>32,36)</sup>. 또 다른 연구에서는 3 mm가 치근단부를 봉쇄할 수 있는 최소 두께라고 보고하였다<sup>34)</sup>. 본 연구 증례들은 치근단 1/3 부위를 MTA로 충전하였으나 술자마다 시행한 두께가 동일하지 않아 두께와 효율성 사이 관련성을 찾아내는 데 한계가 있었다.

MTA를 이용한 치근단 형성술의 가장 큰 단점은 술자가 MTA의 사용에 숙달되지 않았다면 적절한 위치에 재료를 적용하는 것이 쉽지 않다는 점이다. 본 연구에서도 치근단에 적절하게 재료가 적용된 경우는 84.3%에 그쳤다. 제조사에서는 MTA를 적용할 때 구부러지는 도포기구의 사용을 권하나 좁은 근관에서는 기구의 두께로 인해 근관 입구에서 수 mm까지만 재료가 옮겨지는 것으로 보이고, 종종 혼합된 MTA의 탈수로 인해 원하는 위치까지 MTA를 충전하는 것이 어려울 수 있다. 제조사에서 제시한 MTA의 조작 시간은 약 5분이나 치근단 장벽 형성을 위해 3~4번의 충전과정이 요구되기 때문에 전체 충전과정이 길어질 수 있다<sup>18)</sup>. 또한 치근단 부위를 충전하는 과정에서 근관 상아질 벽에 재료가 남아있을 경우, MTA가 상아질 벽의 파절 저항성을 감소시킬 수 있으며<sup>38)</sup>, 근관이 좁아져 최종 충전이 어려워질 수 있다.

치근단 부위의 충전을 위해 Torabinejad와 Chivian<sup>3)</sup>은

MTA를 amalgam carrier에 담아 근관으로 옮기고 plugger 혹은 paper point로 가압하는 방법을 추천하였다. 효율적으로 MTA를 충전하기 위해 초음파 사용이 제안되었는데, Lawley 등<sup>39)</sup>은 초음파를 사용하여 MTA를 충전하는 경우, 초음파를 사용하지 않은 경우보다 45일 후 근관 내로의 세균침투가 더 적게 나타났으나 90일 이후에는 차이가 없었다고 보고하였다. 이와 반대로 Aminoshariae 등<sup>40)</sup>은 초음파를 이용하는 것보다 손의 힘으로 충전하는 경우에 재료 내부의 기포 발생이 감소하며 더 나은 적합을 보인다고 하였다. 본 연구에서 검토된 증례들은 모두 plugger와 paper point를 이용하여 수직 가압 충전하였다.

미성숙 영구치의 근관은 넓은 치근단공을 가지며 치근단 저항이 느껴지지 않기 때문에 근관 내에 MTA를 충전할 경우, 치근단공을 넘어 과충전되기 쉽다. MTA가 높은 생체친화성을 가진 재료이기는 하지만, 치근단공을 넘어 충전되었을 경우에 치근단 조직에 미치는 영향은 명백하지 않다. 일부 생체 외 실험에서 MTA 과충전 시 변연 적합성이 떨어지는 것으로 보이며<sup>41,42)</sup>, Sarris 등<sup>18)</sup>의 연구에서 MTA가 치근단공을 넘어 충전된 경우 급성 치근단 치주염을 보인 증례가 있었다. Erdem과 Sepet<sup>14)</sup>의 연구에서도 MTA가 과충전 된 전치에서 치근단 병소가 지속되며 심한 동요도를 보여 1년 후 발거한 증례를 보고하였다. 그러나 그 증례에 대해 저자들은 이러한 결과가 MTA 재료의 문제가 아니라 비정상적 근관 형태로 인한 근관 세척의 어려움과 같은 치아 자체의 문제에 의한 결과이며, 다른 연구들<sup>2,29)</sup>에서와 같이 약간의 MTA 과충전은 치유 과정을 방해하지 않는다고 결론 내렸다. 본 연구에서도 과충전 된 증례 중 치근단 병소 크기가 그대로이고 완전히 소멸되지 않아 불명확한 성공으로 분류된 1 증례를 제외하고는 모든 치아가 임상적 및 방사선학적 성공을 보였다. 따라서 치근단 형성술에서 감염된 근관에 대한 처치를 포함한 다른 과정들이 제대로 이루어진다면 치근단공을 넘는 MTA의 과충전은 치유과정을 방해하지 않는다고 생각된다. 명확한 결론을 도출하기 위해서는 추가적 연구가 필요하다.

MTA의 과충전을 방지하기 위해 근관 내 MTA를 충전하기 전에 물리적 치근단 장벽을 형성하는 개념이 제안되었는데<sup>43)</sup>, collatape(Centerpulse Dental, USA) 같은 교원질 재료와 황화칼슘(Class Implant, Italy)를 포함한 몇 가지 재료에서 효율성이 입증되었으며 이 재료들의 장점은 시간이 지나면서 흡수되어 MTA에 의한 백악모세포의 활성화를 유도한다는 점이다<sup>9,44-47)</sup>. 그러나 Zou 등<sup>48)</sup>은 생체 외에서 이루어진 연구를 통해 황화칼슘이 MTA 과충전을 효과적으로 방지하나 재료 본연의 밀폐효과를 유의하게 감소시키며, 교원질 성분인 Collaplug(Zimmer, USA)는 MTA 과충전을 방지하거나 밀폐효과를 증진하지 못한다고 보고하였다.

본 연구를 통해 MTA를 이용한 치근단 형성술이 치수가 과사된 미성숙 영구치에서 유용한 치료 방법이며 임상적으로 양호한 결과를 나타냄을 확인하였다. 그러나 여러 술자에 따른 술식의 차이에 기인하는 예후의 다양성이 성공률에 영향을 미치며 의무기록의 누락 가능성이 있고, 상대적으로 짧은 연구기간을 포함하여 성공을 판단하였기 때문에 기존의 연구 결과와 동등

한 비교에 제한이 있다. 각각의 치아 외상, 치주조직 외상에 의한 치수괴사 시 MTA를 이용한 치근단 형성술의 예후 평가를 위해 더 많은 치아를 대상으로 한 장기간의 연구가 요구된다.

### V. 결 론

미성숙 영구치에서 MTA를 이용한 치근단 형성술의 예후를 평가하기 위해 2005년 1월 1일부터 2010년 2월 26일까지 치아 및 치주조직의 외상을 주소로 이화여자대학교 목동병원 소아치과에 내원한 환자 중 외상치아가 치수 괴사로 진단되어 MTA를 이용한 치근단 형성술을 시행한 환자의 의무기록과 방사선사진을 검토하여 임상적 및 방사선학적 결과를 평가하였으며, 이는 예측할만한 결과를 보였으나 향후 MTA 1-visit 치근단 형성술의 유용성을 입증하기 위한 더 많은 치아를 대상으로 한 장기적인 연구가 요구된다.

1. 64개의 미성숙 영구전치에 시행된 MTA를 이용한 1-visit 치근단 형성술은 89.1%의 임상적 성공률과 73.4%의 방사선학적 성공률을 보였다.
2. 상악 치아와 하악 치아 비교시 상악에서 유의하게 더 높은 성공률을 보였다( $p < 0.05$ ).
3. 치아 외상 및 치주조직 외상 유형에 따른 성공률은 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ).
4. MTA의 적절한 충전 여부는 성공률에 영향을 미치지 않았다( $p < 0.05$ ).

### 참고문헌

1. Andreasen JO, Andreasen FM, Andreasen L: Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4th ed, Blackwell Munksgaard, Copenhagen: 226, 2007.
2. Shabahang S, Torabinejad M, Boyne PP, et al.: A comparative study of root-end induction using osteogenic protein-1, calcium hydroxide, and mineral trioxide aggregate in dogs. J Endod, 25:1-5, 1999.
3. Torabinejad M, Chivian N: Clinical applications of mineral trioxide aggregate. J Endod, 25:197-205, 1999.
4. Roberts HW, Toth JM, Berzins DW, Charlton DG: Mineral trioxide aggregate material use in endodontic treatment: a review of the literature. Dent Mater, 24:149-164, 2008.
5. Schwartz RS, Mauger M, Clement DJ, Walker WA, 3rd: Mineral trioxide aggregate: a new material for endodontics. J Am Dent Assoc, 130:967-975, 1999.
6. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR: Physical and chemical properties of a new root-end filling material. J Endod, 21:349-353, 1995.

7. Osorio RM, Hefti A, Vertucci FJ, Shawley AL: Cytotoxicity of endodontic materials. *J Endod*, 24: 91-96, 1998.
8. Torabinejad M, Pitt Ford TR, Abedi HR, et al.: Tissue reaction to implanted root-end filling materials in the tibia and mandible of guinea pigs. *J Endod*, 24: 468-471, 1998.
9. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kaiyawasam SP: Tissue reaction to implanted super-EBA and mineral trioxide aggregate in the mandible of guinea pigs: a preliminary report. *J Endod*, 21:569-571, 1995.
10. Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spangberg LS: Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. *J Endod*, 26:404-406, 2000.
11. Economides N, Pantelidou O, Kokkas A, Tziafas D: Short-term periradicular tissue response to mineral trioxide aggregate (MTA) as root-end filling material. *Int Endod J*, 36:44-48, 2003.
12. Simon S, Rilliard F, Berdal A, Machtou P: The use of mineral trioxide aggregate in one-visit apexification treatment: a prospective study. *Int Endod J*, 40:186-197, 2007.
13. 염순준, 박기태: MTA를 이용한 미성숙 영구치의 즉일 치근단형성술. *대한소아치과학회지*, 28:480-486, 2001.
14. Erdem AP, Sepet E: Mineral trioxide aggregate for obturation of maxillary central incisors with necrotic pulp and open apices. *Dent Traumatol*, 24:38-41, 2008.
15. Hayashi M, Shimizu A, Ebisu S: MTA for obturation of mandibular central incisors with open apices: case report. *J Endod*, 30:120-122, 2004.
16. Maroto M, Barberia E, Planells P, Vera V: Treatment of a non-vital immature incisor with mineral trioxide aggregate (MTA). *Dent Traumatol*, 19: 165-169, 2003.
17. 구정은, 백광우: 치외치로 인한 봉와직염에서 MTA를 이용한 치험례. *대한소아치과학회지*, 36:310-317, 2009.
18. Sarris S, Tahmassebi JF, Duggal MS, Cross IA: A clinical evaluation of mineral trioxide aggregate for root-end closure of non-vital immature permanent incisors in children—a pilot study. *Dent Traumatol*, 24:79-85, 2008.
19. Al-Jundi SH: Dental emergencies presenting to a dental teaching hospital due to complications from traumatic dental injuries. *Dent Traumatol*, 18:181-185, 2002.
20. Cvek M: Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol*, 8:45-55, 1992.
21. Tronstad L: Tissue reactions following apical plugging of the root canal with dentin chips in monkey teeth subjected to pulpectomy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 45:297-304, 1978.
22. Pitts DL, Jones JE, Oswald RJ: A histological comparison of calcium hydroxide plugs and dentin plugs used for the control of Gutta-percha root canal filling material. *J Endod*, 10:283-293, 1984.
23. Yoshida T, Itoh T, Saitoh T, Sekine I: Histopathological study of the use of freeze-dried allogenic dentin powder and True Bone Ceramic as apical barrier materials. *J Endod*, 24:581-586, 1998.
24. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M: Sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations. *J Endod*, 19:541-544, 1993.
25. Bates CF, Carnes DL, Del Rio CE: Longitudinal sealing ability of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod*, 22:575-578, 1996.
26. Shipper G, Grossman ES, Botha AJ, Cleaton-Jones PE: Marginal adaptation of mineral trioxide aggregate (MTA) compared with amalgam as a root-end filling material: a low-vacuum (LV) versus high-vacuum (HV) SEM study. *Int Endod J*, 37:325-336, 2004.
27. Andreasen JO, Munksgaard EC, Bakland LK: Comparison of fracture resistance in root canals of immature sheep teeth after filling with calcium hydroxide or MTA. *Dent Traumatol*, 22:154-156, 2006.
28. Hatibovic-Kofman S, Raimundo L, Zheng L, et al.: Fracture resistance and histological findings of immature teeth treated with mineral trioxide aggregate. *Dent Traumatol*, 24:272-276, 2008.
29. Felipe WT, Felipe MC, Rocha MJ: The effect of mineral trioxide aggregate on the apexification and periapical healing of teeth with incomplete root formation. *Int Endod J*, 39:2-9, 2006.
30. Shabahang S, Torabinejad M: Treatment of teeth with open apices using mineral trioxide aggregate. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 12:315-320; quiz 322, 2000.
31. Stefopoulos S, Tsatsas DV, Kerezoudis NP, Eliades G: Comparative in vitro study of the sealing efficien-

- cy of white vs grey ProRoot mineral trioxide aggregate formulas as apical barriers. *Dent Traumatol*, 24:207-213, 2008.
32. Al-Kahtani A, Shostad S, Schifferle R, Bhambhani S: In-vitro evaluation of microleakage of an orthograde apical plug of mineral trioxide aggregate in permanent teeth with simulated immature apices. *J Endod*, 31:117-119, 2005.
  33. Hachmeister DR, Schindler WG, Walker WA, 3rd, Thomas DD: The sealing ability and retention characteristics of mineral trioxide aggregate in a model of apexification. *J Endod*, 28:386-390, 2002.
  34. Lamb EL, Loushine RJ, Weller RN, et al.: Effect of root resection on the apical sealing ability of mineral trioxide aggregate. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 95:732-735, 2003.
  35. Mah T, Basrani B, Santos JM, et al.: Periapical inflammation affecting coronally-inoculated dog teeth with root fillings augmented by white MTA orifice plugs. *J Endod*, 29:442-446, 2003.
  36. Matt GD, Thorpe JR, Strother JM, Mcclanahan SB: Comparative study of white and gray mineral trioxide aggregate (MTA) simulating a one- or two-step apical barrier technique. *J Endod*, 30:876-879, 2004.
  37. Valois CR, Costa ED, Jr.: Influence of the thickness of mineral trioxide aggregate on sealing ability of root-end fillings in vitro. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 97:108-111, 2004.
  38. White JD, Lacefield WR, Chavers LS, Eleazer PD: The effect of three commonly used endodontic materials on the strength and hardness of root dentin. *J Endod*, 28:828-830, 2002.
  39. Lawley GR, Schindler WG, Walker WA, 3rd, Kolodrubetz D: Evaluation of ultrasonically placed MTA and fracture resistance with intracanal composite resin in a model of apexification. *J Endod*, 30:167-172, 2004.
  40. Aminoshariae A, Hartwell GR, Moon PC: Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques. *J Endod*, 29:679-682, 2003.
  41. Torabinejad M, Rastegar AF, Kettering JD, Pitt Ford TR: Bacterial leakage of mineral trioxide aggregate as a root-end filling material. *J Endod*, 21:109-112, 1995.
  42. Torabinejad M, Smith PW, Kettering JD, Pitt Ford TR: Comparative investigation of marginal adaptation of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. *J Endod*, 21:295-299, 1995.
  43. Kratchman SI: Perforation repair and one-step apexification procedures. *Dent Clin North Am*, 48:291-307, 2004.
  44. Holland R, De Souza V, Nery MJ, et al.: Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tubes filled with mineral trioxide aggregate or calcium hydroxide. *J Endod*, 25:161-166, 1999.
  45. Holland R, De Souza V, Nery MJ, et al.: Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod*, 25:728-730, 1999.
  46. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD: Cytotoxicity of four root end filling materials. *J Endod*, 21:489-492, 1995.
  47. Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M: Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. *J Endod*, 24:543-547, 1998.
  48. Zou L, Liu J, Yin S, et al.: In vitro evaluation of the sealing ability of MTA used for the repair of furcation perforations with and without the use of an internal matrix. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105: 61-65, 2008.

Abstract

MTA APEXIFICATION OF TRAUMATIZED IMMATURE PERMANENT INCISORS:  
A RETROSPECTIVE STUDY

Seo Young Jeong, Byung-Duk Ahn, SoYi Hong, Eun-Kyoung Kong, Yon Joo Mah, Young Jung Jung

*Division of paediatric dentistry, Department of Dentistry, Ewha Womans University Mokdong Hospital*

The aim of this study was to assess the outcome of MTA apexification in young permanent anterior teeth. Among the patients with the traumatized permanent incisors which were treated with MTA apexification, the dental records and radiographs were examined only for the patient who had follow-up examination at least 3 months after the treatment. Forty nine patients with 64 teeth were included in this study. Demographic information, location and type of teeth and periodontal injury, pre-treatment periapical lesion, clinical symptoms, status of MTA filling, healing of apical lesion and apical barrier formation after treatment were investigated. The outcome based on clinical and radiographic criteria were assessed.

The results were as follows

1. Of 64 immature permanent incisors with MTA apexification, the clinical and radiographic success rates were 89.1% and 73.4%, respectively.
2. The maxillary incisors showed significantly higher success rates than the mandibular incisors.
3. There was no statistically significant difference in success rates among the teeth with different types of teeth and periodontal injury.
4. The status of MTA filling did not influence the clinical and radiographic success.

**Key words :** MTA, Apexification, Trauma, Permanent incisor