

Prognosis of Replanted Permanent Incisors after Avulsion Injury: A Retrospective Study

Hyungsub Lee, Youngjin Kim, Hyunjung Kim, Sohyun Kim, Soonhyeun Nam

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University

Abstract

Many studies on the prognosis of avulsed teeth were published but follow-up studies on Korean children and adolescents are insufficient. The aim of this study was to identify clinical factors determining the healing and prognosis of permanent incisors that were replanted after avulsion injury. This study included 184 permanent teeth in 142 patients aged 6-14 years. The clinical and radiographic data of the patients were analyzed from electronic medical records.

Immature teeth had a higher probability of pulp revascularization than mature teeth. When extra-alveolar time was longer than 60 minutes, the incidence of inflammatory root resorption (IRR) was higher in immature teeth than mature teeth. However, the incidence of replacement root resorption (RR) was higher in mature teeth than immature teeth under the same condition. The incidence of IRR was increased when pulp was extirpated more than 20 days after replantation. IRR had a more significant influence on the decrease of survival expectation than RR. There was no significant correlation between the root development stage and survival expectation. However, when RR occurred, immature teeth survived shorter than mature teeth.

Long term follow-up results from this study are expected to be used as fundamental data for the treatment guidelines and evaluation of the prognosis of replanted teeth.

Key words : Avulsion, Pulp revascularization, Inflammatory root resorption, Replacement root resorption

Ⅰ. 서 론

치아의 완전탈구는 치조와로부터의 치아 이탈을 의미하며, 치아의 조기 상실을 야기할 수 있는 심각한 치아 손상이다. 완전탈구는 영구 치열 외상의 7-13%를 차지하며, 영구 절치가 맹출하는 시기인 7-10세 경에 흔히 발생한다¹⁻³⁾. 완전탈구된 치아는 재식 후 레진강선 등으로 고정하여 치료하며, 재식치의 치료는 부착 기구의 감염을 최소화하고 치주 조직의 치유를 촉진하는 것을 목표로 한다^{4,5)}. 그럼에도 불구하고 완전탈구로 인하여 치아와 지지 조직에 발생한 손상은 치수의 괴사, 치근 성장

의 장애, 치근의 염증성 흡수 및 대치성 흡수(유착)와 같은 합병증을 야기할 수 있다⁶⁾. 특히 성장기 아동에서 유착이 심하게 진행된 경우 인접치의 경사, 치열궁의 길이 감소 및 치조골의 위축 등 문제점을 야기할 수 있으므로, 이환치를 미리 발거한 후 공간 유지 장치를 장착하거나 유착된 치근이 골에 의해 대체될 수 있도록 치조골에 남겨두는 치관 절제술(Decoronation)을 시행하여 치조골의 협설축 너비를 유지하고 수직적 성장을 유도한다⁷⁾.

재식치의 예후는 탈구 시 치주인대의 기계적 손상 정도, 탈구 후 재식하기까지 소요된 시간, 치아의 보관 방법, 치근의 발육

Corresponding author : Soonhyeun Nam

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University, 2177 Dalgubeol-daero, Jung-gu, 41904, Korea

Tel: +82-53-600-7211 / Fax: +82-53-426-6608 / E-mail: shnam@knu.ac.kr

Received October 13, 2015 / Revised November 25, 2015 / Accepted November 25, 2015

단계, 고정 방법 및 기간, 근관 치료의 시기, 섭식, 치조골의 감염 여부 등 많은 요인에 의해 영향을 받는다⁸⁻¹⁰. 탈구된 치아의 예후에 있어서 치주인대의 생활력을 유지하는 것이 가장 중요한 것으로 알려져 있으나^{11,12}, Tziggounakis 등¹³은 7-17세 환자를 대상으로 한 연구에서 조사 대상 치아 90개 중 단 1개만 완전탈구 후 30분 이내에 재식되었다고 하였다. 이와 같이 재식치의 예후에 영향을 미치는 여러 요인 중 완전탈구가 발생한 시점으로부터 치아를 재식하기까지 소요되는 시간, 탈구 치아를 적절한 생리적 용액에 보관했는지 여부 등 치주인대의 생활력을 유지할 수 있는 요인은 대부분 환자에 의해 결정되며, 재식치의 치근 발육 상태 등 임상 의사가 관여할 수 없는 부분도 있다. 그러나 재식치의 고정 방법 및 기간, 근관 치료는 임상 의사가 조절할 수 있는 인자이며, 이들 각각의 인자가 재식치의 치유에 미치는 영향을 평가하는 것은 임상적으로 중요한 것으로 생각된다.

지금까지 재식치의 합병증 발생과 예후에 대해 많은 연구가 발표되었으나¹⁴⁻¹⁶, 국내의 아동과 청소년을 대상으로 한 장기간의 추적 조사 연구는 많지 않다. 이에 본 연구는 치근 발육 단계에 따라 미성숙 치아와 성숙 치아로 구분하여 치수 및 치주 조직의 치유 유형과 생존 기간을 분석하여 재식치의 예후에 대해 평가하고자 하였다. 아울러 재식치의 발수 시기와 고정 기간에 따른 치근 흡수의 발생률을 분석함으로써 재식치의 치료 지침에 대한 자료를 마련하고자 하였다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

2005년 1월 1일부터 2014년 12월 31일까지 완전탈구를 주소로 경북대학교 치과병원 응급실과 소아치과에 내원한 6-14세 환자의 영구 절치를 조사 대상으로 선정하였다. 이 중 완전탈구 후 재식하지 않은 치아, 레진강선 고정 제거 후 높은 동요도로 발치한 치아, 이전에 외상의 기왕력이 있었던 치아, 조사 기간 중 다시 외상을 받아 발치한 치아를 제외하고 남은 184개의 재식치에 대해 추적 조사를 통해 후향적 분석을 수행하였다. 조사 대상 환자 142명 중 남자가 92명, 여자가 50명을 차지하였다(Table 1). 환자가 처음 내원한 시점으로부터 재식치를 발치하거나 치관절제술을 시행한 시점 또는 환자가 마지막으로 내원한 시점까지의 전자의무기록지에 기록된 임상 소견과 치근단 방사선 사진을 평가하였다.

Table 1. Distribution of patients by age and sex

Age (years)	Male (%)	Female (%)	Total (%)
6-8	19 (13.4)	10 (7.0)	29 (20.4)
8-10	32 (22.5)	20 (14.1)	52 (36.6)
10-12	23 (16.1)	12 (8.5)	35 (24.6)
12-14	18 (12.8)	8 (5.6)	26 (18.4)
Total	92 (64.8)	50 (35.2)	142 (100.0)

2. 연구 방법

1) 치근 발육 단계와 치수 조직 치유 유형의 상관관계

외상 당시의 치근 발육 단계는 치근단 방사선 사진을 분석하여 Moorrees 등¹⁷이 제안한 7단계를 기준으로 구분하였다. Stage 2-4에 해당하는 개방된 치근단을 가진 치아를 미성숙 치아로 규정하고, Stage 5, 6에 해당하는 폐쇄된 치근단을 가진 치아를 성숙 치아로 규정하였다. 치수 조직의 치유 유형은 치수의 괴사와 치수의 치유로 구분하였다. 임상 검사 상 치수생활력의 상실, 치관의 변색 또는 누공이 관찰된 경우, 방사선 사진 상 치근단 투과상 또는 염증성 치근 흡수가 관찰된 경우 치수의 괴사로 규정하였다. 치수 괴사의 징후가 나타나지 않아 근관 치료를 시행하지 않은 치아에 대해 치근단 방사선 사진을 통한 추적 조사에서 근관의 석회화 또는 치조골의 근관 내 함입(Pulp bone)이 나타난 경우 치수의 치유로 규정하였다. 조사 대상 치아를 치근 발육 단계에 따라 두 그룹으로 나누어 치수 조직의 치유 유형을 비교하였다.

2) 치근 발육 단계와 치주 조직 치유 유형의 상관관계

치주 조직의 치유 유형은 기능적 치유(FH : functional healing), 염증성 치근 흡수(IRR : inflammatory root resorption), 대체성 치근 흡수(RR : replacement root resorption)로 구분하였다. 방사선 사진 상 치근 흡수가 발생하지 않았거나 치근단 또는 치근 표면의 일부에 국한되어 진행되지 않은 경우 치주 조직의 기능적 치유로 규정하였다. 임상 검사 상 치수 괴사로 진단된 재식치에서 주로 외상 초기에 치근의 근원 심면을 따라 접시 모양의 방사선 투과상이 나타나는 경우 염증성 치근 흡수로 규정하였다. 임상 검사 상 동요도가 없고 둔탁한 타진음이 나타나며, 인접치보다 저위되는 경우 또는 방사선 사진 상 치주인대강이 소실되고 치근의 치질과 골의 대체가 나타나는 경우 대체성 치근 흡수로 규정하였다. 구외 시간은 탈구된 시점으로부터 재식하기까지 소요된 시간이며, 60분 미만과 60분 이상으로 구분하였다. 염증성 치근 흡수와 대체성 치근 흡수가 동반되어 발생한 경우 각각의 그룹에 모두 포함시켜 분석하였으며, 전자의무기록지와 치근단 방사선 사진을 통해 치주 조직의 치유 유형을 평가할 수 없는 치아 15개를 조사 대상에서 제외하였다. 조사 대상 치아를 구외 시간에 따라 두 그룹으로 나누어 치근 발육 단계에 따른 치주 조직의 치유 유형을 평가하였다.

3) 발수 시기와 염증성 치근 흡수 발생의 상관관계

발수 시기는 탈구된 시점으로부터 발수하기까지 소요된 시간이며, 0-10일, 11-19일 및 20일 이상으로 구분하였다. 조사 대상 치아를 치근 발육 단계에 따라 두 그룹으로 나누어 발수 시기에 따른 염증성 치근 흡수의 발생률을 평가하였다.

4) 고정 기간과 대체성 치근 흡수 발생의 상관관계

완전탈구된 치아의 고정 시 생리적 동요도를 허용하는 semi-

rigid splint를 적용하였다. 고정 기간은 재식 후 레진강선 고정을 적용한 시점으로부터 레진강선을 제거하기까지 소요된 기간이며, 0-20일, 21-40일 및 41일 이상으로 구분하였다. 조사 대상 치아를 구외 시간에 따라 두 그룹으로 나누어 고정 기간에 따른 대치성 치근 흡수의 발생률을 평가하였다.

5) 생존 분석

추적 조사 기간 중 재식치를 발치하거나 치관 절제술을 시행한 경우 치아의 상실로 규정하였다. 조사 대상 치아를 치주 조직의 치유 유형에 따라 기능적 치유가 나타난 치아(FH group), 대치성 치근 흡수는 나타나지 않고 염증성 치근 흡수만 나타난 치아(IRR group), 염증성 치근 흡수는 나타나지 않고 대치성 치근 흡수만 나타난 치아(RR group), 염증성 치근 흡수와 대치성 치근 흡수가 동반되어 나타난 치아(IRR + RR group)로 나누어 생존 기간을 비교하였다. 다음으로 전체 조사 대상 치아, 염증성 치근 흡수가 나타난 치아, 대치성 치근 흡수가 나타난 치아를 각각 치근 발육 단계에 따라 두 그룹으로 나누어 생존 기간을 비교하였다.

3. 통계 분석

본 연구에서 조사된 자료는 SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였다. 치근 발육 단계와 치주 조직 치유 유형의 상관관계, 치근 발육 단계와 치주 조직 치유 유형의 상관관계, 발수 시기와 염증성 치근 흡수 발생의 상관관계, 고정 기간과 대치성 치근 흡수 발생의 상관관계는 Pearson chi-squared test와 Fisher's exact test를 통해 분석하였다. 생존 분석은 Kaplan-Meier method를 통해 수행하였고, 로그 순위 검정으로 그룹 간의 차이를 비교하였다. 모든 통계 분석의 유의 수준은 $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 치근 발육 단계와 치주 조직 치유 유형의 상관관계

치주 조직의 치유 비율은 치근 발육 단계에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.001$). 미성숙 치아의 치주 치유 비율은 성숙 치아의 치주 치유 비율에 비해 높았다(Table 2).

2. 치근 발육 단계와 치주 조직 치유 유형의 상관관계

구외 시간이 60분 미만인 경우 치주 조직의 기능적 치유 비율은 성숙 치아가 미성숙 치아보다 높았으나, 통계적인 유의성은 없었다($p > 0.05$). 염증성 치근 흡수의 발생률은 미성숙 치아가 성숙 치아보다 높았으나, 통계적인 유의성은 없었다($p > 0.05$). 대치성 치근 흡수의 발생률은 성숙 치아가 미성숙 치아보다 높았으나, 통계적인 유의성은 없었다($p > 0.05$)(Table 3).

구외 시간이 60분 이상인 경우 치주 조직의 기능적 치유 비율은 미성숙 치아가 성숙 치아보다 높았으나, 통계적인 유의성은 없었다($p > 0.05$). 염증성 치근 흡수의 발생률은 미성숙 치아가 성숙 치아보다 유의하게 높았다($p < 0.01$). 대치성 치근 흡수의 발생률은 성숙 치아가 미성숙 치아보다 유의하게 높았다($p < 0.05$)(Table 4).

3. 발수 시기와 염증성 치근 흡수 발생의 상관관계

미성숙 치아에서 발수 시기에 따라 염증성 치근 흡수의 발생률은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 10일 이내에 발수한 치아에 비해 20일 이후 발수를 시행한 치아의 염증성 치근 흡수 발생률이 높았다(Table 5).

Table 2. Pulpal healing outcomes related to the stage of root development at time of replantation

Root development stage	PN (%)	PH (%)	Total (%)	p value
Immature root	61 (79.2)	16 (20.8)	77 (100.0)	0.00***
Mature root	106 (99.1)	1 (0.9)	107 (100.0)	
Total	167 (90.8)	17 (9.2)	184 (100.0)	

Pearson chi-squared test (***) : $p < 0.001$

PN = pulp necrosis, PH = pulp healing

Table 3. Periodontal healing outcomes related to the stage of root development in teeth replanted within 60 minutes after avulsion injury

	Immature teeth			Mature teeth			p value
	N (%)	N ^x (%)	Total (%)	N (%)	N ^x (%)	Total (%)	
FH	15 (48.4)	16 (51.6)	31 (100.0)	14 (56.0)	11 (44.0)	25 (100.0)	0.60
IRR	14 (45.2)	17 (54.8)		5 (20.0)	20 (80.0)		0.09
RR	6 (19.4)	25 (80.6)		11 (44.0)	14 (66.0)		0.08

Pearson chi-squared test (No significant difference, $p > 0.05$)

N^x = Total - N in each group according to periodontal healing outcomes

FH = functional healing, IRR = inflammatory root resorption, RR = replacement root resorption

Table 4. Periodontal healing outcomes related to the stage of root development in teeth replanted more than 60 minutes after avulsion injury

	Immature teeth			Mature teeth			p value
	N (%)	N ^x (%)	Total (%)	N (%)	N ^x (%)	Total (%)	
FH	9 (22.5)	31 (77.5)		15 (20.5)	58 (79.5)		0.81
IRR	26 (65.0)	14 (35.0)	40 (100.0)	24 (32.9)	49 (67.1)	73 (100.0)	0.00**
RR	14 (17.1)	26 (65.0)		41 (56.2)	32 (43.8)		0.05*

Pearson chi-squared test (No significant difference, $p > 0.05$)

N^x = Total - N in each group according to periodontal healing outcomes

FH = functional healing, IRR = inflammatory root resorption, RR = replacement root resorption

Table 5. Relationship between variations in pulp extirpation time and incidence of inflammatory root resorption in immature teeth

IRR	Pulp extirpation in days			Total (%)	p value
	0-10 (%)	11-19 (%)	20 or more (%)		
Present	4 (28.6)	9 (50.0)	27 (69.2)	40 (56.3)	0.03*
Absent	10 (71.4)	9 (50.0)	12 (30.8)	31 (43.7)	
Total	14 (100.0)	18 (100.0)	39 (100.0)	71 (100.0)	

Pearson chi-squared test (* : $p < 0.05$)

IRR = inflammatory root resorption

Table 6. Relationship between variations in pulp extirpation time and incidence of inflammatory root resorption in mature teeth

IRR	Pulp extirpation in days			Total (%)	p value
	0-10 (%)	11-19 (%)	20 or more (%)		
Present	7 (15.9)	8 (29.6)	14 (51.9)	29 (29.6)	0.01**
Absent	37 (84.1)	19 (70.4)	13 (48.1)	69 (70.4)	
Total	44 (100.0)	27 (100.0)	27 (100.0)	98 (100.0)	

Pearson chi-squared test (* : $p < 0.05$)

IRR = inflammatory root resorption

Table 7. Relationship between variations in splinting period and incidence of replacement root resorption in teeth replanted within 60 minutes after avulsion injury

IRR	Splinting periods in days			Total (%)	p value
	0-20 (%)	21-40 (%)	41 or more (%)		
Present	8 (24.2)	7 (38.9)	2 (40.0)	17 (30.4)	0.49
Absent	25 (75.8)	11 (61.1)	3 (60.0)	39 (69.6)	
Total	33 (100.0)	18 (100.0)	5 (100.0)	56 (100.0)	

Pearson Chi-squared test (No significant difference, $p > 0.05$)

RR = replacement root resorption

Table 8. Relationship between variations in splinting period and incidence of replacement root resorption in teeth replanted more than 60 minutes after avulsion injury

IRR	Splinting periods in days			Total (%)	p value
	0-20 (%)	21-40 (%)	41 or more (%)		
Present	32 (50.0)	17 (43.6)	6 (60.0)	55 (48.7)	0.62
Absent	32 (50.0)	22 (56.4)	4 (40.0)	58 (51.3)	
Total	64 (100.0)	39 (100.0)	10 (100.0)	113 (100.0)	

Pearson Chi-squared test (No significant difference, $p > 0.05$)

RR = replacement root resorption

성숙 치아에서 발수 시기에 따라 염증성 치근 흡수의 발생률은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.01$). 10일 이내에 발수한 치아에 비해 20일 이후 발수를 시행한 치아의 염증성 치근 흡수 발생률이 높았다(Table 6).

4. 고정 기간과 대치성 치근 흡수 발생의 상관관계

구의 시간이 60분 미만인 경우 고정 기간에 따른 대치성 치근 흡수의 발생률은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$)(Table 7). 구외 시간이 60분 이상인 경우 고정 기간에 따른 대치성 치근 흡수의 발생률은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$)(Table 8).

5. 생존 분석

조사 대상 치아의 평균 추적 조사 기간은 38.0개월이었으며, Kaplan-Meier method에 의한 평균 생존 기간(Survival mean)은 89.2개월이었다. 치주 조직의 치유 유형에 따라 치아의 상실 여부는 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.001$). 추적 조사 기간 동안 치주 조직의 기능적 치유를 나타낸 치아는 모두 생존하였으며, 대치성 치근 흡수에 비해 염증성 치근 흡수가 치아의 상실에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 치주 조직의 치유 유형에 따라 치아의 생존 기간

은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.001$). 생존 기간은 대치성 치근 흡수만 나타난 치아, 염증성 치근 흡수만 나타난 치아, 염증성 치근 흡수와 대치성 치근 흡수가 동반되어 나타난 치아의 순으로 짧아졌으며, 각 그룹 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$)(Table 9, Fig. 1).

전체 조사 대상 치아에 대해 치근 발육 단계에 따른 치아의 상실 여부에 유의한 차이가 없었으며($p > 0.05$), 미성숙 치아의 생존 기간은 성숙 치아의 생존 기간과 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 9, Fig. 2).

염증성 치근 흡수가 발생한 경우 치아의 상실 여부에 대해 미

Table 9. Observation periods and survival estimates according to Kaplan-Meier analysis

	No	Tooth loss		Survival expectations (months)			log rank <i>p</i>	Observation periods (months)				First loss /ext.
		Loss teeth	X^2 [†] <i>p</i>	Surv. mean	SE	95% CI		Observ. mean	SD	Min	Max	
Total	169	34		89.2	4.7	80.0-98.3		38.0	27.4	1.5	122.0	1.5
Healing												
I												
FH	53	-		- [†]	- [†]	- [†]		36.5	27.0	6.0	122.0	-
IRR	44	17	0.00***	74.0	8.8	56.7-91.3	0.00***	40.6	29.0	1.5	121.0	1.5
RR	47	7		93.1	8.0	76.5-109.7		38.3	27.3	6.0	120.0	18.0
IRR + RR	25	10		59.2	10.1	39.5-78.9		36.2	25.2	6.0	120.0	21.0
Maturity												
e												
Immature	71	19	0.08	82.6	6.9	69.0-96.1	0.21	40.8	30.1	1.5	122.0	1.5
Mature	98	15		95.7	6.2	83.6-107.9		36.0	25.0	3.5	121.0	3.5
IRR												
Immature	40	17	0.62	67.9	8.4	51.5-84.3	0.78	41.2	28.4	1.5	120.0	1.5
Mature	29	10		71.8	12.2	47.9-95.6		36.0	26.4	3.5	121.0	3.5
RR												
Immature	20	10	0.00**	62.4	9.3	44.2-80.7	0.04*	44.1	31.6	6.0	120.0	28
Mature	52	7		81.4	5.9	69.9-92.9		35.0	23.9	6.0	99.0	18

[†]No losses, no survival calculation possible

* Pearson Chi-squared test (* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$)

FH = functional healing, IRR = inflammatory root resorption, RR = replacement root resorption

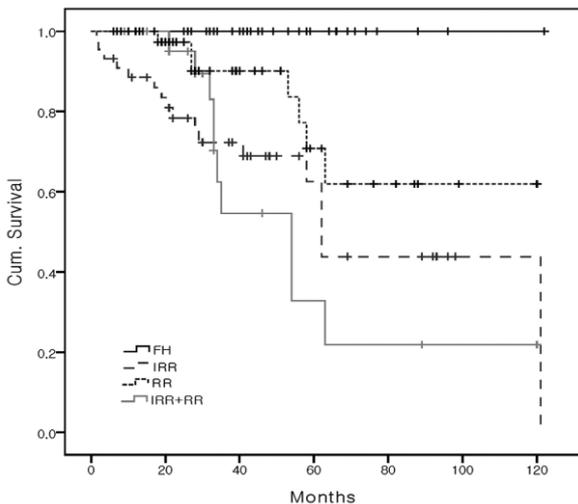


Fig. 1. Kaplan-Meier survival curves for total teeth related to the periodontal healing outcomes: functional healing (FH), inflammatory root resorption (IRR), replacement root resorption (RR).

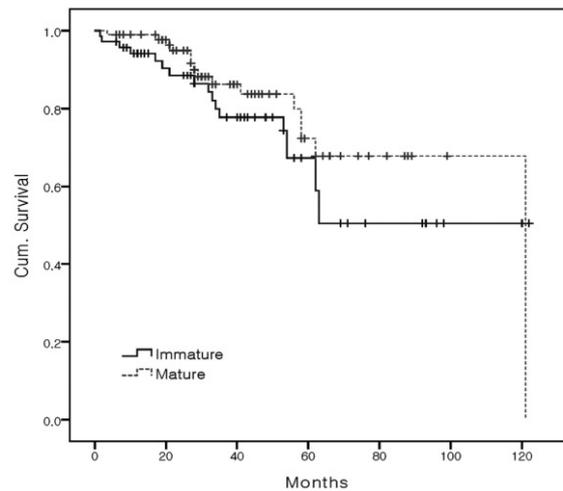


Fig. 2. Kaplan-Meier survival curves for total teeth related to the apical maturity of the root at the time of replantation: immature teeth versus mature teeth.

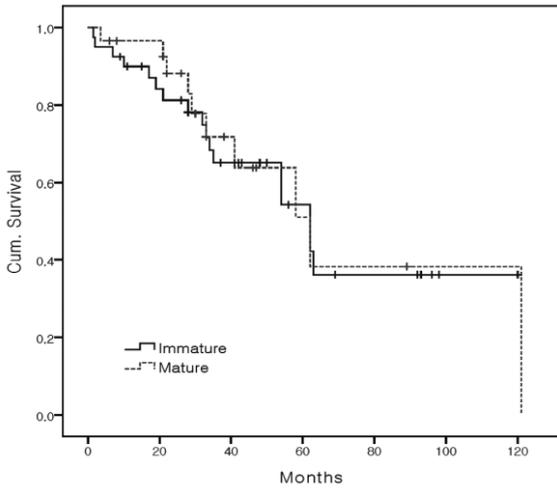


Fig. 3. Kaplan-Meier survival curves for the teeth with inflammatory root resorption related to the apical maturity of the root at the time of replantation: immature teeth versus mature teeth.

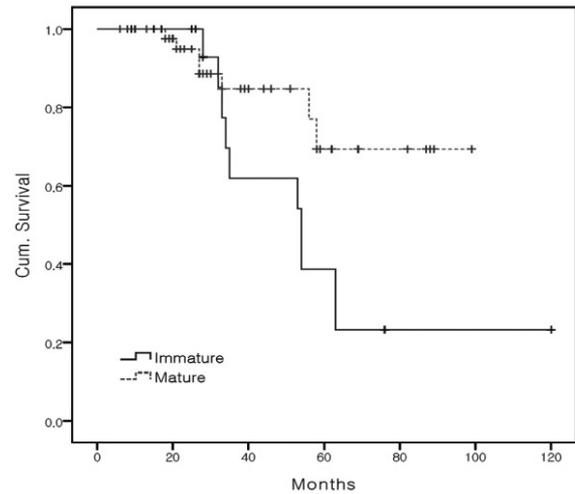


Fig. 4. Kaplan-Meier survival curves for the teeth with replacement root resorption related to the apical maturity of the root at the time of replantation: immature teeth versus mature teeth.

성숙 치아와 성숙 치아 간에 유의한 차이가 없었으며 ($p > 0.05$), 미성숙 치아의 생존 기간은 성숙 치아의 생존 기간과 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 9, Fig. 3).

대치성 치근 흡수가 발생한 경우 성숙 치아에 비해 미성숙 치아에서 치아의 상실과 유의하게 높은 상관관계를 나타내었으며 ($p < 0.01$), 미성숙 치아의 생존 기간은 성숙 치아의 생존 기간보다 유의하게 짧았다 ($p < 0.05$) (Table 9, Fig. 4).

IV. 총괄 및 고찰

완전탈구된 치아의 치료는 치주인대의 생활력을 유지하여 치유를 촉진하고 치근 흡수를 최소화하여 재식치를 장기간 보존하는 것을 목표로 한다¹⁸⁾. 그러나 탈구된 치아의 예후에 영향을 미치는 구외 시간이나 보관 방법 등 임상 의사가 관여할 수 없는 부분이 존재하며, 여러 노력에도 불구하고 합병증이 발생하여 치아를 조기에 상실하는 경우가 많다¹⁹⁾. 따라서 재식치의 치유에 관여하는 인자에 대해 분석하고 장기간의 예후를 평가하는 것이 완전탈구된 치아에 대한 치료 계획 설정과 환자 관리에 필요하리라 생각된다.

완전탈구된 치아는 치주인대와 치근단의 신경혈관 다발이 절단되고, 치근 표면의 백악질, 치조골과 치은 조직이 손상된다²⁰⁾. 재식치의 치수는 대부분 괴사되지만, 드물게 근관이 폐쇄되거나 치조골이 근관 내로 함입되어 치유될 수 있다^{8,21)}. 치수 조직의 치유 유형은 구외 시간, 감염 여부, 치근 발육 단계 등 여러 요인에 의해 영향을 받는다^{22,23)}. 치수 조직의 치유 유형에 대하여 Andreasen 등^{18,22)}은 재식치의 치근 발육 단계가 낮고 근단공의 폭경이 클수록 치수의 치유(재혈관화) 비율이 높았지만 통계적인 유의성은 없었고, 근관의 길이가 짧을수록 치수의 치유

비율이 유의하게 높았다고 하였다. Kling 등²⁴⁾은 완전탈구 후 재식한 성숙 치아에서는 모두 치수 괴사가 관찰되었지만, 미성숙 치아 72개 중 13개(18%)에서 치수의 재혈관화가 나타났으며, 근단공이 넓게 개방된 치아를 탈구 후 3시간 이내에 재식한다면 재혈관화를 기대할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 미성숙 치아의 치수 치유 비율이 20.8%로 나타났으며, 치수의 치유가 나타난 17개 치아 중 13개(76.5%)는 치근의 길이가 성장 완료 후 길이의 3/4 이하인 Stage 2, 3에 해당하는 치아였다. 이는 재식치의 근관 길이가 감소할수록 재혈관화 가능성이 높아진다는 이전의 연구 결과를 뒷받침한다^{18,22)}.

치주 조직의 치유는 구외 시간 및 치근의 발육 단계와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다^{2,25)}. 이에 본 연구에서는 조사 대상 치아를 구외 시간에 따라 두 그룹으로 나누어 치근 발육 단계에 따른 치주 조직의 치유 유형을 세 가지로 구분하여 비교하였다. Andreasen 등¹⁸⁾은 재식치의 치근 발육 단계가 높아질수록 치주 조직의 기능적 치유 비율이 유의하게 낮아졌다고 하였으나, Soares 등¹⁵⁾은 치근 발육 단계와 치주 조직의 치유 유형 간에 상관관계가 없다고 하였다. 또한 Petrovic 등²⁾은 7-19세 환자의 재식치 32개를 대상으로 치유 유형을 평가한 결과 구외 시간이 60분을 넘은 경우 모든 미성숙 치아와 성숙 치아에서 기능적 치유가 나타나지 않은 반면, 구외 시간이 60분 이하인 경우 미성숙 치아에서는 기능적 치유가 나타나지 않았으나 성숙 치아 중 5개에서 기능적 치유가 나타났다고 하였다. 이번 연구에서는 구외 시간에 관계없이 기능적 치유의 비율에 대해 미성숙 치아와 성숙 치아 간에 유의한 차이는 없었다. 이로써 치근 발육 단계와 재식치의 기능적 치유를 위한 치주인대의 재부착 가능성의 상관관계는 명확하지 않은 것으로 생각된다.

일반적으로 염증성 치근흡수는 성숙 치아보다 얇은 상아질

벽과 넓은 상아세관을 가진 미성숙 치아에서 더욱 빈번하고, 빠르게 진행되는 것으로 알려져 있다²⁶⁾. 염증성 치근 흡수에 대하여 Andreasen 등⁵⁾은 미성숙 치아의 염증성 치근 흡수 발생률이 성숙 치아에 비해 높았다고 하였다. 본 연구에서는 구외 시간에 관계없이 미성숙 치아의 염증성 치근 흡수 발생률이 성숙 치아에 비해 높았으나, 구외 시간이 60분 이상인 경우에만 통계적인 유의성이 있었다. 이로써 구외 시간의 연장으로 인해 조직 손상이 심화된 경우 미성숙 치아의 염증성 치근 흡수 위험이 성숙 치아에 비해 더 높은 것으로 생각된다. Kinirons 등²⁷⁾과 Pohl 등²⁵⁾은 소아와 청소년 환자를 대상으로 한 연구에서 치근 발육 단계와 대치성 치근 흡수의 발생 간에 상관관계가 나타나지 않았다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 구외 시간에 관계없이 미성숙 치아에 비해 성숙 치아에서 대치성 치근 흡수의 발생률이 높았지만, 구외 시간이 60분 이상인 경우에서만 유의성이 있었다. 이로써 구외 시간의 연장으로 인해 조직 손상이 심화된 경우 성숙 치아의 대치성 치근 흡수 위험이 미성숙 치아에 비해 더 높은 것으로 생각된다.

대체로 재식 후 10-21일 내에 발수하지 않을 경우 염증성 치근 흡수의 발생률이 증가하는 것으로 알려져 있다²⁷⁻³⁰⁾. 발수 시기에 따른 염증성 치근 흡수의 발생률에 대하여 Kinirons 등²⁷⁾은 발수 시기가 20일 이상, Hinckfuss 등²⁸⁾은 발수 시기가 14일 이상 지연되는 경우 염증성 치근 흡수의 발생률이 높았다고 하였다. 다른 연구에서는 재식 후 21일 이내에 발수한 경우 염증성 치근 흡수의 발생률이 낮았다고 하였다²⁹⁾. 본 연구에서는 미성숙 치아와 성숙 치아 모두 재식 후 20일 이상 경과하여 발수한 경우 염증성 치근 흡수의 발생률이 높았다. 20일 이후에 발수한 치아의 비율은 미성숙 치아에서 54.9%, 성숙 치아에서 27.6%로 나타났다. 미성숙 치아의 경우 재혈관화 가능성에 대한 고려 때문에 발수 시기가 늦어져 염증성 치근 흡수의 발생률이 높아질 수 있다. 따라서 미성숙 치아의 경우 더 짧은 내원 간격과 적절한 임상 검사 및 방사선 촬영을 통해 근관 치료의 시점을 결정해야 할 것으로 생각된다.

너무 강한 고정 장치의 사용이나 고정 장치의 장기간 적용은 대치성 치근 흡수의 발생 가능성을 높이는 것으로 알려져 있다³¹⁾. 재식치의 고정 기간에 대해 국제 치아외상학회에서는 14일 이하, 미국 소아치과학회에서는 7일, 미국 근관치료학회에서는 7-14일을 권고하고 있다. 국제 학회의 권고안에 미성숙 치근을 가진 영구치의 재식 기간에 대해 별도의 기준은 없다. Andreasen 등¹²⁾은 6주 이상, Kinirons 등²⁷⁾은 11일 이상 고정 장치를 적용한 재식치에서 대치성 치근 흡수의 발생률이 높았다고 하였다. 반면에 Hinckfuss 등³²⁾은 고정 기간이 14일 이하인 경우와 15일 이상인 경우를 비교하였을 때 치주 조직의 치유 유형에 차이가 없다고 하였다. 이번 연구에서는 미성숙 치아와 성숙 치아 모두에서 고정 기간과 대치성 치근 흡수의 발생은 상관관계를 가지지 않는 것으로 나타났다. 따라서 치근이 발육 중이거나 치근 파절 또는 치조골 골절이 동반된 재식치의 경우 치근의 유합과 골절의 치유를 촉진하기 위하여 고정 기간의 연장을 고려할 수 있을 것이다. 아울러 레진강선 고정으로 인한

치태 침착 등 구강 관리의 어려움, 심미성, 환자의 불편감을 종합적으로 고려하여 고정 기간을 결정해야 할 것이다.

치주 조직의 치유 유형에 따른 치아의 상실 여부와 생존 기간에 대한 Pohl 등¹⁴⁾의 연구에서는 외상 후 6-12개월 동안 기능적 치유를 유지한 치아는 평균 72개월 동안 모두 생존하였으며, 염증성 치근 흡수를 나타낸 치아와 대치성 치근 흡수를 나타낸 치아 간에 생존 기간의 차이가 없다고 하였다. 본 연구에서도 치주 조직의 기능적 치유를 나타낸 재식치는 조사 기간 동안 모두 생존하였다. 그러나 Pohl 등¹⁴⁾의 연구 결과와 다르게 염증성 치근 흡수만 나타낸 치아의 생존 기간은 대치성 치근 흡수만 나타낸 치아의 생존 기간에 비해 유의하게 짧았으며, 염증성 치근 흡수와 대치성 치근 흡수가 동반되어 나타난 경우 생존 기간은 위 두 그룹의 생존 기간에 비해 유의하게 짧았다. 이로써 대치성 치근 흡수에 비해 염증성 치근 흡수가 생존 기간의 단축에 더 큰 영향을 미치는 요인이며, 외상 초기의 염증성 치근 흡수와 이후의 대치성 치근 흡수가 동반될 경우 생존 기간은 더욱 단축될 수 있다고 생각된다. 염증성 치근 흡수는 재식 후 3주경에 발생하여 급속도로 진행되어 8~12주 내에 치아의 상실을 야기할 수 있다³³⁾. Andreasen 등¹⁸⁾은 염증성 치근 흡수를 나타낸 치아의 1년 생존율은 45%로 나타났으나, 대치성 흡수를 나타낸 치아의 1년 생존율은 90% 이상이었다고 하였다. 본 연구에서는 염증성 치근 흡수만 나타낸 치아의 2년 간 누적 생존율이 대치성 치근 흡수만 나타낸 치아에 비해 유의하게 낮았다. 이로써 재식치의 단기 생존율에 있어서도 염증성 치근 흡수의 발생 여부가 중요한 인자라고 추정할 수 있다.

치근 발육 단계에 따른 생존율의 비교 연구에서 Andreasen 등⁸⁾은 미성숙 치아의 생존율이 성숙 치아의 생존율보다 유의하게 낮았다고 하였고, 이는 미성숙 치아에서 치근 조직의 양이 적고 치근 흡수 속도가 성숙 치아에 비해 빠르기 때문이라고 하였다. Barrett 등¹⁶⁾은 치아 상실에 대한 미성숙 치아의 상대 위험도가 성숙 치아의 4.2배로 나타났다고 하였고, 미성숙 치아에 비해 성숙 치아의 생존 기간이 유의하게 길었다고 하였다. 반면에 Pohl 등¹⁴⁾은 미성숙 치아와 성숙 치아 간에 생존율과 생존 기간의 유의한 차이가 없으며, 재식치의 예후는 치근의 성숙도보다 성장 양상, 심미성에 대한 관심, 근관 치료와 같은 외부적 요인과 더 높은 관련성이 있다고 하였다. 본 연구에서 치아의 상실 여부와 생존 기간에 대해 미성숙 치아와 성숙 치아 간에 유의한 차이는 없었다. 구외 시간이 1시간 이상인 재식치를 대상으로 한 연구에서 8-16세 환자의 치근 흡수 속도가 17-39세 환자에 비해 높게 나타났다²⁹⁾. Pohl 등¹⁴⁾의 연구는 7~17세 환자를 대상으로 하였지만, Andreasen 등⁸⁾의 연구는 5-52세 환자를 대상으로 하여 본 연구의 조사 대상 환자(6-14세)의 치아에 비해 치근 흡수 속도가 상대적으로 느린 성인의 성숙 치아를 포함하였기 때문에 본 연구와 상반된 결과가 나타난 것으로 생각된다.

본 연구에서는 염증성 치근 흡수가 발생한 경우 치아의 상실 여부와 생존 기간에 대해 미성숙 치아와 성숙 치아 간에 유의한 차이가 없었으나, 대치성 치근 흡수가 발생한 경우 성숙 치아에

비해 미성숙 치아에서 치아의 상실과 유의하게 높은 상관관계를 나타내었으며, 미성숙 치아의 생존 기간은 성숙 치아에 비해 유의하게 짧았다. 이로써 염증성 치근 흡수가 발생할 경우 미성숙 치아와 성숙 치아 간에 예후의 차이가 크지 않으나, 미성숙 치아에 대치성 치근 흡수가 발생할 경우 성숙 치아에 비해 더 불량한 예후를 가진다고 추정할 수 있다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 완전탈구된 치아의 재식과 레진강선 고정 및 근관 치료는 숙련도에 차이가 있는 여러 명의 의사에 의해 시행되었기 때문에 그에 따라 치료 결과에 차이가 발생할 수 있으며, 이번 연구에서 고려하지 않은 절치의 수평 피개량, 교합 접촉 여부, 동반된 외상의 유무 및 재식치의 오염 여부와 같은 인자가 분석 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 방사선 사진 상 대치성 치근 흡수는 대부분 재식 후 1년 내에 나타나지만, 5년 이후에 관찰된 사례도 있으므로¹⁸⁾, 치주 조직의 치유 유형을 평가할 때 추적 조사 기간에 따른 오류 발생 가능성도 존재하였으리라 생각된다. 또한 구외 시간에 대한 정보는 환자와 보호자에게 의존하여 취득해야 하였으므로, 이에 따른 부정확한 정보의 수집 가능성도 있었다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 국내의 소아와 청소년 환자를 대상으로 장기간의 추적 조사를 통해 재식치의 치유에 영향을 미치는 인자와 예후에 대해 평가함으로써 완전탈구된 치아의 치료 지침에 대한 자료로 활용될 수 있다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구에서는 재식치의 치유에 관여하는 인자에 대해 분석하고 장기간의 예후를 평가하기 위해 영구 절치의 완전탈구를 주소로 경북대학교 치과병원에 내원한 6-14세 환자 142명을 대상으로 전자의무기록지와 치근단 방사선 사진을 기초로 추적 조사를 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

재식치의 치근 발육 단계가 낮을수록 재혈관화 가능성이 높은 것으로 나타났으나($p < 0.001$), 치근 발육 단계에 따른 치주 조직의 기능적 치유 비율에 차이는 없었다($p > 0.05$). 구외 시간이 연장된 경우 미성숙 치아의 염증성 치근 흡수 발생률이 성숙 치아에 비해 더 높았으며($p < 0.01$), 구외 시간이 연장된 경우 성숙 치아의 대치성 치근 흡수 발생률이 미성숙 치아에 비해 더 높았다($p < 0.05$).

재식 후 20일 이상 경과하여 발수한 경우 염증성 치근 흡수의 발생률이 증가하였으며($p < 0.05$), 고정 기간에 따른 대치성 치근 흡수의 발생률에 차이는 없었다($p > 0.05$).

치주 조직의 기능적 치유를 나타낸 재식치는 추적 조사 기간 동안 모두 생존하였다. 대치성 치근 흡수에 비해 염증성 치근 흡수가 치아의 상실과 생존 기간의 감소에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다($p < 0.05$).

치근의 발육 단계에 따른 재식치의 상실 여부 및 생존 기간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$). 염증성 치근 흡수가 발생한 경우 치아의 상실 여부와 생존 기간에 대해 미성숙 치아와 성숙 치아 간에 유의한 차이가 없었으나, 대치성 치근 흡수가 발생한

경우 성숙 치아에 비해 미성숙 치아에서 치아의 상실과 유의하게 높은 상관관계를 나타내었으며($p < 0.01$), 미성숙 치아의 생존 기간은 성숙 치아의 생존 기간보다 유의하게 짧았다($p < 0.05$).

본 연구는 자료의 수집과 평가에 있어 몇 가지 한계점을 가지고 있으나, 국내의 아동과 청소년을 대상으로 추적 조사를 통해 의미 있는 결과를 도출함으로써 완전탈구된 치아의 치료와 예후 평가에 대한 자료로 활용될 수 있으리라 생각된다.

References

1. Andreasen JO : Etiology and pathogenesis of traumatic dental injuries. A clinical study of 1,298 cases. *Scand J Dent Res*, 78:329-342, 1970.
2. Petrovic B, Markovic D, Peric T, Blagojevic D : Factors related to treatment and outcomes of avulsed teeth. *Dent Traumatol*, 26:52-59, 2010.
3. Goldbeck AP, Haney KL : Replantation of an avulsed permanent maxillary incisor with an immature apex : report of a case. *Dent Traumatol*, 24:120-123, 2008.
4. Flores MT, Andersson L, Andreasen JO, et al. : Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol*, 23:130-136, 2007.
5. Trope M : Clinical management of the avulsed tooth. Present strategies and future directions. *Dent Traumatol*, 18:1-11, 2002.
6. Lee DW, Kwak JY, Choi BJ, et al. : Tooth replantation after traumatic avulsion : a 8 year follow up. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 31:729-733, 2004.
7. Kang YJ, Kim YJ, Kim HJ, Nam SH : Decoronation on ankylosed permanent incisor after dental trauma. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 37:252-259, 2010.
8. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM : Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 1. Diagnoses of healing complications. *Endod Dent Traumatol*, 15:51-58, 1995.
9. Line SE, Polson AM, Zander HA : Relationship between periodontal injury, selective cell population and ankylosis. *J Periodontol*, 45:725-730, 1974.
10. Andersson L, Andreasen JO, Tsukiboshi M, et al. : International association of dental traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries : 2. Avulsion of permanent teeth. *Dent Traumatol*, 28:88-96, 2012.
11. Andreasen JO : Periodontal healing after replantation and autotransplantation of incisors in monkeys.

- Int J Oral Surg*, 10:54-61, 1981.
12. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM : Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 4. Factors related to periodontal ligament healing. *Endod Dent Traumatol*, 11:76-89, 1995.
 13. Tzigkounakis V, Merglova V, Hecova H, Netolicky J : Retrospective clinical study of 90 avulsed permanent teeth in 58 children. *Dent Traumatol*, 24:598-602, 2008.
 14. Pohl Y, Wahl G, Filippi A, Kirschner H : Results after replantation of avulsed permanent teeth. III. Tooth loss and survival analysis. *Dent Traumatol*, 21:102-110, 2005.
 15. Soares AJ, Gomes BP, Souza-Filho FJ, *et al.* : Relationship between clinical radiographic evaluation and outcome of teeth replantation. *Dent Traumatol*, 24:183-188, 2008.
 16. Barrett EJ, Kenny DJ : Survival of avulsed permanent maxillary incisors in children following delayed replantation. *Endod Dent Traumatol*, 13:269-275, 1997.
 17. Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE : Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res*, 33:325-35, 1963.
 18. Andreasen JO, Hjorting-Hansen E : Replantation of teeth. I. radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand*, 24:264-286, 1966.
 19. Tronstead L : Root resorption : etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol*, 4:241, 1988.
 20. Andersson L : Tooth avulsion and replantation. *Dent Traumatol*, 23:129, 2007.
 21. Wang SH, Chung MP, Shieh YS, *et al.* : Continued root formation after replantation and root canal treatment in an avulsed immature permanent tooth : a case report. *Dent Traumatol*, 26:182-185, 2010.
 22. Andreasen JO, Borum MK, Jacobsen HL, Andreasen FM : Replantation of 400 avulsed permanent incisors. 2. Factors related to pulpal healing. *Endod Dent Traumatol*, 11:59-68, 1995.
 23. Trope M : Avulsion of permanent teeth : theory to practice. *Dent Traumatol*, 27:281-294, 2011.
 24. Kling M, Cvek M, Mejare I : Rate and predictability of pulp revascularization in therapeutically replanted permanent incisors. *Endod Dent Traumatol*, 2:83-89, 1986.
 25. Pohl Y, Wahl G, Filippi A, Kirschner H : Results after replantation of avulsed permanent teeth. II. Periodontal healing and the role of physiologic storage and antiresorptive-regenerative therapy. *Dent Traumatol*, 21:93-101, 2005.
 26. Andreasen JO, Andreasen FM : Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 4rd ed., Mosby, 632, 2007.
 27. Kinirons MJ, Boyd DH, Gregg TA : Inflammatory and replacement resorption in replanted permanent incisor teeth : a study of the characteristics of 84 teeth. *Endod Dent Traumatol*, 15:269-272, 1999.
 28. Hinckfuss SE, Messer LB : An evidence-based assessment of the clinical guidelines for replanted avulsed teeth. Part I : Timing of pulp extirpation. *Dent Traumatol*, 25:158-164, 2009.
 29. Andersson L, Bodin I, Sorensen S : Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Endod Dent Traumatol*, 5:38-47, 1989.
 30. Stewart CJ, Elledge RO, Kinirons MJ, Welbury RR : Factors affecting the timing of pulp extirpation in a sample of 66 replanted avulsed teeth in children and adolescents. *Dent Traumatol*, 24:625-627, 2008.
 31. Oikarinen K : Tooth splinting : A review of the literature and consideration of the versatility of a wire composite splint. *Endod Dent Traumatol*, 6:237-250, 1990.
 32. Hinckfuss SE, Messer LB : Splinting duration and periodontal outcomes for replanted avulsed teeth : a systemic review. *Dent Traumatol*, 25:150-157, 2009.
 33. Andreasen JO, Andreasen FM : Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth. 3rd ed., Mosby, 383-425, 1994.

국문초록

완전탈구 후 재식한 영구 절치의 예후에 대한 후향적 연구

이형섭 · 김영진 · 김현정 · 김소현 · 남순현

경북대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실

지금까지 완전탈구된 치아의 예후에 대해 많은 연구가 발표되었으나, 국내의 소아와 청소년을 대상으로 한 추적 조사 연구는 거의 없다. 이에 본 연구에서는 6-14세 환자 142명의 재식치 184개를 대상으로 전자의무기록지와 치근단 방사선 사진을 평가함으로써 재식된 영구 절치의 치유와 예후에 영향을 미치는 인자에 대해 분석하였다.

재식치의 치근 발육 단계가 낮을수록 치수의 재혈관화 가능성이 높았다. 구외 시간이 60분 이상인 경우 염증성 치근 흡수의 발생률은 미성숙 치아에서 높게 나타났으며, 대치성 치근 흡수의 발생률은 성숙 치아에서 높게 나타났다. 20일 이상 경과하여 발수한 경우 염증성 치근 흡수의 발생률이 증가하였으며, 대치성 치근 흡수에 비해 염증성 치근 흡수가 생존 기간의 감소에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 치근의 발육 단계와 재식치의 생존 기간 간에 상관관계는 없었으나, 대치성 치근 흡수가 발생한 경우 미성숙 치아의 생존 기간은 성숙 치아에 비해 짧았다.

본 연구는 장기간의 추적 조사를 통해 수행한 연구로서, 완전탈구된 치아의 치료 지침과 예후 평가에 대한 기초 자료로 활용될 수 있으리라 생각된다.

주요어: 완전탈구, 치수 재혈관화, 염증성 치근 흡수, 대치성 치근 흡수