

Factors Affecting the Pulp and Root Healing of Root Fractures in Immature Permanent Teeth

Jaesik Lee, Hyunjung Kim, Soonhyeun Nam

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

Abstract

The aim of this study was to evaluate the factors affecting the healing of root fracture in immature permanent teeth and the prognosis of root fracture by statistically analyzing the relationship with the pulp and root healing.

The radiographs of 51 root-fractured maxillary anterior permanent teeth were collected. In radiograph, locations of root fracture, apical foramen width and width of diastasis between the fragments were measured. The value of the studied parameters were compared by independent t-test and logistic regression test.

In conclusion, there was no difference in the prognosis of pulp healing according to the location of root fracture. However, root healing occurs well as the root fracture is located at the root apex ($p < 0.05$). Lastly, the smaller the width of diastasis between the fragments after reduction, the better the pulp healing was ($p < 0.05$).

Key words : Root fracture, Location of root fracture, Pulp healing

I. 서 론

소아치과에서 흔히 접하는 치아의 외상성 손상은 응급치료가 필요한 사안으로서 영구치열에서 22%, 유치열에서 30% 정도의 빈도로 나타나며 어린이들이 걷기 시작하는 2 - 4세와 뛰어 놀기 시작하는 8 - 10세의 시기에 호발하는 것으로 알려져 있다 [1,2].

치아의 외상성 손상 중 치근 파절은 상아질, 백악질, 치수를 포함하는 파절로서 전체 영구치 외상의 0.5 - 7.0%를 차지하고 있다[1,2]. 치근 파절 시 임상적으로 약간의 정출과 설측 변위를 나타내지만 정확한 판단을 위해서는 방사선학적 판단이 반드시 필요하다[1]. 치근 파절 시 파절선은 대부분 사선으로 주행하기 때문에 방사선 사진 촬영으로 쉽게 발견할 수 있지만 간혹 외상

직후에는 발견되지 않다가 이후에 방사선 사진 상에서 나타나는 경우가 있는데, 이는 시간의 경과에 따라 파절편 사이 출혈 등으로 인해 파절편이 치관 쪽으로 변위가 일어났거나 파절선 부위의 흡수가 일어났기 때문으로 생각된다[1].

영구치의 치근 파절 시 치료방법으로는 통상적으로 변위된 치관부 파절편을 원위치로 정복시킨 다음 견고 혹은 반 견고하게 고정하는 것이다[1]. 고정기간에 대하여 Andreasen 등[3]은 3 - 4 주 정도를 추천하였으나 파절위치가 치경부 가까이 있거나 치아의 움직임이 큰 경우 2 - 3개월 정도를 추천하고 있다.

치근 파절 시 나타나는 치유형태는 치아의 발육상태, 외상정도 및 파절부위, 치료방법에 따라 석회화 조직으로 치유, 결합조직으로 치유, 골조직이 개재된 결합조직으로 치유 등으로 나타난다[1].

Corresponding author : Soonhyeun Nam

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University, 2177, Dalgubeol-daero, Jung-gu, Daegu, 41940, Korea

Tel: +82-53-600-7201 / Fax: +82-53-426-6608 / E-mail: shnam@knu.ac.kr

Received June 19, 2017 / Revised July 27, 2017 / Accepted July 25, 2017

치근 파절 시 치유에 영향을 주는 요인으로는 연령, 치근 발육 단계, 치근 파절의 위치, 치관파절부의 동요도, 치관파절부의 변위, 파절편간 이개정도, 스플린트의 고정기간 등이 알려져 있다[4].

치근 파절의 위치에 있어 파절 위치가 치근의 치경부 1/3에 위치한다면 장기적인 예후는 매우 불량하며 발치 치료의 적응증이 될 수 있다[1]. 그러나 Cvek 등[5]은 치수 치유는 치경부에서 치근 파절이 된 경우에도 다른 부위에서 치근 파절이 된 경우와 비교하였을 때 차이가 없다고 하였으며, Andreasen 등[6]은 치수 괴사의 발생률과 파절선의 위치 간에는 관계가 없다고 하였다.

파절편간 이개 정도와 효과적인 파절편의 정복도 치유에 영향을 주는 중요한 요소이며 파절편 간격이 좁을수록 치수 치유가 높다는 연구가 있다[5].

치근 파절 시 치근의 성숙정도도 치유에 영향을 미칠 수 있는데, Andreasen 등[6]은 치근의 성숙 정도는 치수 치유에 강한 영향을 주며 치근성장이 완료되었을 때 치수괴사가 잘 일어난다고 하였다[3,6]. Cvek 등[7]도 치근의 성숙 정도를 미성숙 치근과 성숙 치근으로 나누어 파절된 치근의 치유 유형과 관련성을 연구한 결과 치근이 미성숙 상태일수록 치수 치유와 석회화 조직에 의한 치유가 잘 일어난다고 하였다[5,7].

이상의 선학의 보고에서와 같이 영구치의 치근 파절 시 치유에 영향을 미치는 다양한 요인들이 보고되고 있지만 각 요인의 영향에 대해서는 상반된 의견도 제시되고 있다.

이에 본 연구는 미성숙 영구치에서 치근 파절 시 치수와 치근 치유에 영향을 주는 요인을 평가하기 위해 치근 파절위치, 치근 단공의 크기, 파절편 간격을 방사선 사진 상에서 측정하였고, 치수와 치근 치유 양상과의 연관성을 통계적으로 분석하여 치근 파절시 예후를 알아보려고 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구대상

2006년 1월 1일부터 2014년 12월 31일까지 경북대학교 치과 병원 소아치과에 치아외상을 주소로 내원한 환자 중, 치근 파절로 진단되어 치료하고 최소 1년 이상 경과 관찰이 시행된 아동을 본 연구대상으로 하였다.

2. 조사방법

1) 치수 및 치근 치유 양상

본 연구에서는 파절된 치아의 치료 후 경과를 관찰하는 도중 임상적인 판단에 의해 발치되었거나 치수 괴사로 인한 파절편의

치수 치료를 한 경우를 치유가 일어나지 않았다고 판단하였고 이외의 경우 치수의 치유가 일어난 것으로 분류하였다. 또한 치근의 치유 양상을 방사선 사진을 분석하여 석회화조직 치유, 결합조직 치유, 골조직이 개재된 결합조직 치유, 육아 조직으로 분류하여 육아조직이 개재된 경우는 치유가 일어나지 않았다고 판단하였고 이외의 경우 치근의 치유가 일어난 것으로 판단하였다 (Fig. 1).

2) 치근 파절의 위치측정

치근 파절의 위치를 객관적으로 나타내기 위하여 처음 내원 당시 방사선 사진의 치근단부에서 치조골 수준까지의 전체 치근 길이(A), 근단부에서 치근 파절부위 위치까지의 길이(B)를 측정하였다. 파절된 근단부 길이(B)를 전체 치근길이(A)로 나누어 상대적인 위치를 치근 파절위치 상대지수로 정의하였다(Fig. 2). 치근 파절위치 상대지수를 0.1 단위 간격으로 나누어 총 8개 군으로 나누었다.

3) 정복 전 후 파절편 간격 측정

치료 전 당시 방사선 사진에서 파절편 간격을 측정하였다. 파절편 간격 측정 시 파절편의 가운데 부분을 기준으로 측정하였으며, 51개의 증례 중 정복 전의 방사선 사진이 없는 14개의 증례는 제외하였다. 이와 더불어 정복 후 고정술을 시행한 방사선

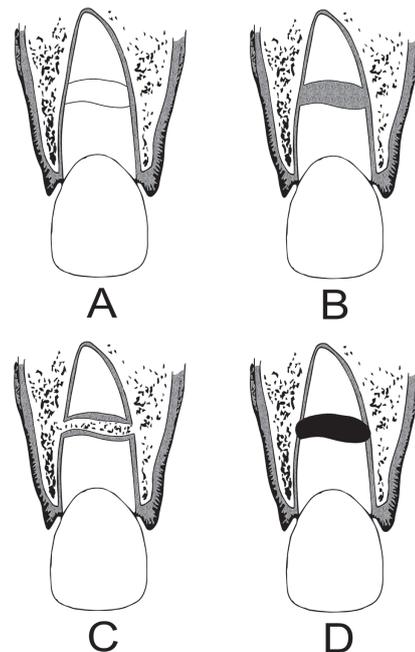


Fig. 1. Type of healing appearance. A. Calcified tissue. B. Connective tissue. C. Calcified and connective tissue. D. Granulation tissue.

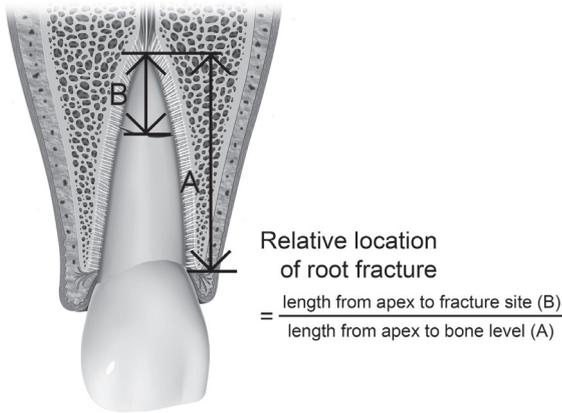


Fig. 2. Relative location of root fracture.

사진에서 정복 후 파절편 간격을 측정하였다. 동일하게 파절편의 가운데 부분을 기준으로 측정하였으며, 각각 측정된 값을 0.2 mm 간격으로 총 6개 군으로 나누어 평가하였다.

4) 치근단공의 크기 측정

방사선 사진에서 치근단공의 크기를 측정하였다. 각각 측정된 치근단공의 크기를 0.2 mm 간격으로 총 8개 군으로 나누어 평가하였다.

Table 1. Distribution in gender and root fractured tooth

Age (years)	Gender		Root Fractured Tooth			
	Boys	Girls	#12	#11	#21	#22
6	1			1		
7	2	1		2	1	
8	7	3	1	4	6	
9	7	1		4	4	
10	7	1		5	5	
11	4	1		2	4	
12	1	2		2	1	1
13	2			1	1	
14	3		1	3	1	
15	1				1	
Subtotal	35	9	2	24	24	1
Total	44		51			

3. 통계분석

본 연구에서 조사된 자료는 치수 및 치근의 치유 양상과의 연관성을 알아보기 위해 independent *t*-test 및 Logistic regression test에 의해 통계분석을 시행하였고 통계의 산출은 SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 통계적인 비교를 위해 통계적 유의성의 표준값은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 성적

1. 연령 및 성별에 따른 분포도

전체 44명에서 51개의 상악 전치부 치근 파절 증례를 찾을 수 있었고, 평균 관찰기간은 31.1 ± 25.7 개월이었다. 남자가 35명, 여자가 9명으로 남자에서 발생 빈도가 높았다. 치근 파절된 치아가 1개인 경우가 37명(84%), 치아가 2개 이상 파절된 경우가 7명이었으며, 치근 파절된 치아는 상악중절치가 48개(94%)로 가장 많았다(Table 1).

연령에 따른 분포는 6세가 1명(2%), 7세가 3명(7%), 8세가 10명(23%), 9세가 8명(18%), 10세가 8명(18%), 11세가 5명(11%), 12세가 3명(7%), 13세가 2명(4%), 14세가 3명(7%), 15세가 1명(2%)으로, 8 - 10세 사이의 어린이가 전체의 59%를 차지하였다 (Fig. 3).

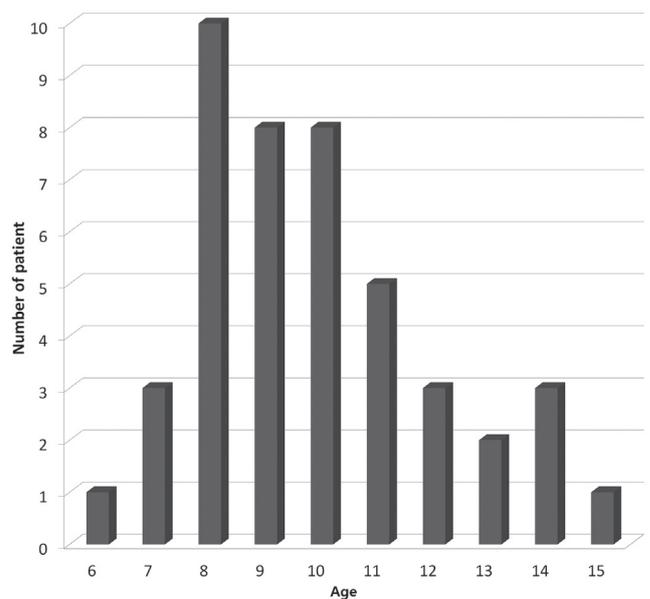


Fig. 3. Age-related distribution of root fracture.

2. 치수생활력 및 치근 치유

전체 51개의 치근 파절 증례 중 치수가 생활력을 유지한 경우는 35개(68.6%) 이었으며, 14개(27%)는 파절편의 근관치료가 시행되었고 2개는 발치를 시행하였다(Table 2).

전체 51개의 치근 파절 증례 중 치근이 치유된 것은 48증례로서 석회화조직 치유를 보인 경우는 19개(37.3%) 이었으며, 결합조직으로 치유가 일어난 경우는 25개(49.0%), 골조직이 개재된 결합조직으로 치유가 일어난 경우는 4개(7.8%)로 나타났다(Table 2). 전체 증례에서 치근의 치유가 일어나지 않은 것은 치수가 괴사된 경우 3증례(6%)에서만 나타났으며, 치수가 치유된 경우에는 모두 치근의 치유가 관찰되었다.

3. 치근 파절 위치와 치수 및 치근 치유와의 연관성

치수의 치유 양상에서 치근단 부위에 해당하는 파절 위치 상대지수 0 - 0.2, 0.2 - 0.3 구간에서의 치수 치유율은 각각 100%, 67%를 나타내었으며, 치경부에 해당하는 0.7 - 0.8, 0.8 - 1.0 구

간에서 치수 치유율은 각각 33%, 67%를 나타내었다. 파절 위치 상대지수는 치수가 치유된 경우의 평균값이 0.49 ± 0.16 이었고, 치수의 생활력을 잃은 경우의 평균값은 0.53 ± 0.18 을 나타내었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

치근의 치유 양상은 파절 위치 상대지수가 0 - 0.2, 0.2 - 0.3 구간에서 각각 50%, 66%의 석회화조직 회복 양상을 나타냈으나 0.7 - 0.8, 0.8 - 1.0 구간에서는 석회화조직으로 회복된 증례가 없었다. 결합조직으로 치유된 경우는 파절위치 상대지수가 0.4 이상의 범위에서 주로 나타났으며 골조직이 개재된 결합조직으로 치유된 경우는 0.6 이하의 근단 부위에서 치근 파절된 경우에 관찰되었다. 파절 위치 상대지수에서 치근이 치유된 경우의 평균값은 0.50 ± 0.15 을 나타내었고 육아 조직의 개재로 발치된 경우의 평균값은 0.70 ± 0.26 을 나타내어 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 또한 석회화 조직으로 회복된 경우의 평균값은 0.44 ± 0.15 을 나타내었고 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.05$)(Table 4).

Table 2. Pulp and root healed tooth in the root fracture

Root Status	Non-healed		Healed		Total
	GT(%)	CCT(%)	CNT(%)	CFT(%)	
Non-vital pulp	3	0	8	5	16(31)
Vital pulp	0	4	17	14	35(69)
Subtotal	3(6)	4(8)	25(49)	19(37)	51(100)
Total	3(6)		48(94)		51(100)

GT(=granulation tissue healing), CCT(=calcified and connective tissue healing), CNT(=connective tissue healing), CFT(=calcified tissue healing)

Table 3. Relation of relative location of root fracture and pulp healing

RLRF	Case	Non-vital		Vital	p value
		ET(%)	EXT(%)	PH(%)	
Mean ± SD		0.53 ± 0.18		0.49 ± 0.16	
0.0 - 0.2	2	0(0)	0(0)	2(100)	0.583
0.2 - 0.3	3	1(33)	0(0)	2(67)	
0.3 - 0.4	6	1(17)	0(0)	5(83)	
0.4 - 0.5	12	6(50)	0(0)	6(50)	
0.5 - 0.6	17	4(24)	0(0)	13(77)	
0.6 - 0.7	5	1(20)	0(0)	4(80)	
0.7 - 0.8	3	1(33)	1(33)	1(33)	
0.8 - 1.0	3	0(0)	1(33)	2(67)	
Total	51	14(27)	2(4)	35(69)	

independent t-test (* : $p < 0.05$)

RLRF(=relative location of root fracture), ET(=Endodontic treatment), EXT(=extraction), PH(=pulp healing)

Table 4. Relation of relative location of root fracture and root healing

RLRF	Case	Non-healed		Healed		<i>p</i> value
		GT(%)	CCT(%)	CNT(%)	CFT(%)	
Mean ± SD		0.70 ± 0.26		0.50 ± 0.15		
0.0 - 0.2	2	0(0)	0(0)	1(50)	1(50)	0.033*
0.2 - 0.3	3	0(0)	1(33)	0(0)	2(66)	
0.3 - 0.4	6	0(0)	1(17)	0(0)	5(83)	
0.4 - 0.5	12	1(8)	0(0)	8(67)	3(25)	
0.5 - 0.6	17	0(0)	2(12)	10(59)	5(29)	
0.6 - 0.7	5	0(0)	0(0)	2(40)	3(60)	
0.7 - 0.8	3	1(33)	0(0)	2(66)	0(0)	
0.8 - 1.0	3	1(33)	0(0)	2(66)	0(0)	
Subtotal	51	3(6)	4(8)	25(49)	19(37)	
Total	51	3(6)		48(94)		

independent *t*-test (*: *p* < 0.05)

RLRF(=relative location of root fracture), GT(=granulation tissue healing), CCT(=calcified and connective tissue healing), CNT(=connective tissue healing), CFT(=calcified tissue healing)

Table 5. Relationship of initial width of diastasis between fragments and pulp healing

Initial WOD (mm)	Case	Non-vital		Vital	<i>p</i> value
		ET(%)	EXT(%)	PH(%)	
Mean ± SD		0.88 ± 0.72		0.90 ± 1.25	
0.0 - 0.2	4	1(25)	0(0)	3(75)	0.961
0.2 - 0.4	13	1(7)	1(7)	11(85)	
0.4 - 0.6	4	0(0)	0(0)	4(100)	
0.6 - 0.8	4	1(25)	0(0)	3(75)	
0.8 - 1.0	4	3(75)	0(0)	1(25)	
Up to 1.0	8	2(25)	0(0)	6(75)	
Total	37	8(22)	1(3)	28(75)	

independent *t*-test (*: *p* < 0.05)

WOD(=width of diastasis between fragments), ET(=Endodontic treatment), EXT(=extraction), PH(=pulp healing)

4. 초기 상태의 파절편 간격과 치수 및 치근 치유와의 연관성

치수의 치유 양상은 외상 직후 초진 시 파절편 간격이 큰 1.0 mm이상의 구간에서도 치수 치유율이 75%를 나타내었고 간격이 작은 0 - 0.2 mm, 0.2 - 0.4 mm의 구간의 치수 치유율도 각각 75%, 85%로 나타내었다. 초기 상태의 파절편 간격에서 치수가 치유된 경우의 평균값은 0.90 ± 1.25 mm이었고, 치수의 생활력을 잃은 경우의 평균값은 0.88 ± 0.72 mm으로, 통계적으로 유의

한 차이가 없었다(Table 5).

초기 상태의 파절편 간격이 치근의 치유 양상에 미치는 영향은 0 - 0.2 mm 구간에서 50%의 석회화조직 치유율을 나타내었으며, 1 mm이상의 구간에서는 13%로 나타났고, 결합조직의 치유는 모든 구간에 걸쳐 50%이상을 나타내었다. 치근이 치유된 경우의 평균값은 0.89 ± 1.14 mm이고, 육아 조직의 개재로 발치된 경우의 평균값은 1.05 ± 1.18 mm로 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 또한 석회화 조직으로 회복된 경우의 평균값은 0.54 ± 0.44 mm로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 6).

Table 6. Relationship of initial width of diastasis between fragments and root healing

Initial WOD (mm)	Case	Non-healed		Healed		<i>p</i> value
		GT(%)	CCT(%)	CNT(%)	CFT(%)	
Mean ± SD		1.05 ± 1.18		0.89 ± 1.14		
0.0 - 0.2	4	0(0)	0(0)	2(50)	2(50)	0.844
0.2 - 0.4	13	1(8)	1(8)	8(62)	3(23)	
0.4 - 0.6	4	0(0)	1(25)	3(75)	0(0)	
0.6 - 0.8	4	0(0)	0(0)	2(50)	2(50)	
0.8 - 1.0	4	0(0)	1(25)	2(50)	1(25)	
Up to 1.0	8	1(13)	1(13)	5(63)	1(13)	
Subtotal	37	2(5)	4(11)	22(59)	9(24)	
Total	37	2(5)		35(95)		

independent *t*-test (* : *p* < 0.05)

WOD(=width of diastasis between fragments), GT(=granulation tissue healing), CCT(=calcified and connective tissue healing), CNT(=connective tissue healing), CFT(=calcified tissue healing)

Table 7. Relationship of reduced width of diastasis between fragments and pulp healing

Reduced WOD (mm)	Case	Non-vital		Vital	<i>p</i> value
		ET(%)	EXT(%)	PH(%)	
Mean ± SD		0.60 ± 0.28		0.35 ± 0.21	
0.0 - 0.2	8	1(12)	0(0)	7(88)	0.002 *
0.2 - 0.4	19	2(11)	0(0)	17(89)	
0.4 - 0.6	11	4(36)	1(9)	6(55)	
0.6 - 0.8	7	3(43)	1(14)	3(43)	
0.8 - 1.0	5	3(60)	0(0)	2(40)	
Up to 1.0	1	1(100)	0(0)	0(0)	
Total	51	14(27)	2(4)	35(69)	

independent *t*-test (* : *p* < 0.05)

WOD(=width of diastasis between fragments), ET(=Endodontic treatment), EXT(=extraction), PH(=pulp healing)

5. 정복 후 파절편 간격과 치수 치유 및 치근 치유와의 연관성

정복 후 파절편 간격에서 치수가 치유된 경우의 평균값은 0.35 ± 0.21 mm이었고, 치수의 생활력을 잃은 경우의 평균값은 0.60 ± 0.28 mm로 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(*p* < 0.05)(Table 7).

정복 후 파절편 간격에서 치근이 치유된 경우의 평균값은 0.41 ± 0.25 mm이었고, 육아 조직의 개재로 발치된 경우의 평균값은 0.70 ± 0.25 mm이었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 정복 후 파절편 간격이 좁을수록 석회화조직의 치유율은 높은 경향을 나타내었으나, 석회화 조직으로 회복된 경우의 평균값은 0.36 ± 0.20 mm로 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 8).

6. 치근단공의 너비와 치수 치유 및 치근 치유와의 연관성

치근단공의 너비가 성숙 치근에 근접한 0.2 - 0.4 mm 구간에서는 89%의 치수 치유율을, 치근단공이 1.6 mm 이상인 구간에서는 60%의 치수 치유율을 나타내었으나, 치수 치유된 경우의 평균값은 0.83 ± 0.66 mm로 치수의 생활력을 잃은 경우의 평균값은 1.15 ± 0.73 mm와 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 9).

치근의 치유 양상은 치근단공의 너비 0.2 - 0.4 mm 구간에서는 33%, 1.6 mm 이상의 구간에서 60%의 석회화조직 치유율을 나타내었다. 치근이 치유된 경우의 평균값은 0.94 ± 0.71 mm로 육아 조직의 개재로 발치된 경우의 평균값 0.94 ± 0.40 mm와 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 10).

Table 8. Relationship of reduced width of diastasis between fragments and root healing

Reduced WOD (mm)	Case	Non-healed		Healed		<i>p</i> value
		GT(%)	CCT(%)	CNT(%)	CFT(%)	
Mean ± SD		0.70 ± 0.25		0.41 ± 0.25		
0.0 - 0.2	8	0(0)	1(13)	3(38)	4(50)	0.065
0.2 - 0.4	19	0(0)	1(5)	10(53)	8(42)	
0.4 - 0.6	11	1(10)	0(0)	5(45)	5(45)	
0.6 - 0.8	7	1(14)	2(28)	3(44)	1(14)	
0.8 - 1.0	5	1(20)	0(0)	3(60)	1(20)	
Up to 1.0	1	0(0)	0(0)	1(100)	0(0)	
Subtotal	51	3(6)	4(8)	25(49)	19(37)	
Total	51	3(6)		48(94)		

independent *t*-test (* : *p* < 0.05)

WOD(=width of diastasis between fragments), GT(=granulation tissue healing), CCT(=calcified and connective tissue healing), CNT(=connective tissue healing), CFT(=calcified tissue healing)

Table 9. Relationship of apical foramen width and pulp healing

AFW (mm)	Case	Non-vital		Vital	<i>p</i> value
		ET(%)	EXT(%)	PH(%)	
Mean ± SD		1.15 ± 0.73		0.83 ± 0.66	
0.2 - 0.4	9	1(11)	0(0)	8(89)	0.133
0.4 - 0.6	14	2(14)	1(7)	11(79)	
0.6 - 0.8	4	1(25)	0(0)	3(75)	
0.8 - 1.0	3	2(67)	0(0)	1(33)	
1.0 - 1.2	7	3(43)	0(0)	4(57)	
1.2 - 1.4	6	2(34)	1(16)	3(50)	
1.4 - 1.6	3	1(33)	0(0)	2(67)	
Up to 1.6	5	2(40)	0(0)	3(60)	
Total	51	14(27)	2(4)	35(69)	

independent *t*-test (* : *p* < 0.05)

AFW(=Apical foramen width), ET(=Endodontic treatment), EXT(=extraction), PH(=pulp healing)

Table 10. Relationship of apical foramen width and root healing

AFW (mm)	Case	Non-healed		Healed		<i>p</i> value
		GT(%)	CCT(%)	CNT(%)	CFT(%)	
Mean ± SD		0.94 ± 0.40		0.94 ± 0.40		
0.2 - 0.4	9	0(0)	0(0)	6(67)	3(33)	0.210
0.4 - 0.6	14	1(7)	2(14)	8(57)	3(21)	
0.6 - 0.8	4	0(0)	0(0)	2(50)	2(50)	
0.8 - 1.0	3	1(33)	0(0)	0(0)	2(66)	
1.0 - 1.2	7	0(0)	1(14)	3(42)	3(42)	
1.2 - 1.4	6	1(16)	1(16)	3(50)	1(16)	
1.4 - 1.6	3	0(0)	0(0)	1(33)	2(67)	
Up to 1.6	5	0(0)	0(0)	2(40)	3(60)	
Subtotal	51	3(6)	4(8)	25(49)	19(37)	
Total	51	3(6)		48(94)		

independent *t*-test (* : *p* < 0.05)

AFW(=Apical foramen width), GT(=granulation tissue healing), CCT(=calcified and connective tissue healing), CNT(=connective tissue healing), CFT(=calcified tissue healing)

7. 치근 파절시 요인과 치수 및 치근 치유의 로지스틱 회귀분석

치근파절의 상대적인 위치, 초기 상태의 파절편 간격, 정복 후 파절편 간격, 치근단공의 너비가 치근 파절시 치수 치유에 미치는 영향을 알아보기 위해 로지스틱회귀분석을 실시한 결과는 Table 11과 같다. 적합된 회귀모형은 통계적으로 유의하였다($\chi^2 = 8.438, p = 0.296$).

치근 파절시 치수 치유에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 요인은 정복 후 파절편 간격으로 1 mm 증가할 때, 치수 치유의 가능성은 0.008배로 감소하였다(Table 11).

치근파절의 상대적인 위치, 초기 상태의 파절편 간격, 정복 후 파절편 간격, 치근단공의 너비가 치근 치유에 미치는 영향을 알아보기 위해 로지스틱회귀분석을 실시한 결과는 Table 12와 같다. 적합된 회귀모형은 통계적으로 유의하였으나($\chi^2 = 3.789, p = 0.804$) 치근파절의 상대적인 위치, 초기 상태의 파절편 간격, 정복 후 파절편 간격, 치근단공의 너비는 치근 파절시 치근의 치유에 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않았다(Table 12).

Table 11. Factors of pulp healing in root fracture

	B(SE)	p value	Odd ratio
RLRF	-0.707(2.894)	0.807	0.493
Initial WOD	0.726(0.665)	0.275	2.068
Reduced WOD	-4.820(2.226)	0.03	0.008
AFW	-0.542(0.663)	0.413	0.582
$\chi^2 = 8.438, p = 0.296, R^2 = 0.294$			

RLRF(=relative location of root fracture), WOD(=width of diastasis between fragments), AFW(=Apical foramen width)

Table 12. Factors of root healing in root fracture

	B(SE)	p value	Odd ratio
RLRF	-4.329(5.033)	0.39	0.013
Initial WOD	0.387(0.944)	0.682	1.473
Reduced WOD	-4.658(4.252)	0.273	0.009
AFW	0.269(1.180)	0.82	1.309
$\chi^2 = 3.789, p = 0.804, R^2 = 0.195$			

RLRF(=relative location of root fracture), WOD(=width of diastasis between fragments), AFW(=Apical foramen width)

IV. 총괄 및 고찰

치근 파절 시 치수 및 치근의 치유 양상은 여러 가지 요인에 따라 다양한 양상으로 나타나는데 치수와 치주인대에서 각각 독립적인 치유 단계가 일어난다. 파절 부위의 치수조직이 온전하다면 파절편 사이 치수 기원세포가 증식하여 경조직 벽을 형성하고 파절면을 안정화시킨다. 이후 치주인대에서 기원한 조직을 통해 백악질이 파절 부위를 막게 된다. 파절 부위의 치수가 손상되거나 늘어난 경우 치수 내에 세균이 존재하지 않으면 치관부에서 재혈관화가 시작되며 근관폐쇄가 일어남과 동시에 치주조직 기원세포가 파절의 치유를 도모하여 결합조직으로 파절편이 융합된다. 그러나 이 과정에서 세균이 치관부 쪽으로 침입하게 되는 경우 치수괴사가 발생하고 염증성 육아조직이 파절편 사이에 축적되게 된다. 이와 같은 치유를 통하여 다음과 같은 4가지 유형으로 치유된다(Fig. 1)[6,8]. 첫 번째 유형은, 파절편 사이에 석회화조직의 개재가 이루어진 치유로 파절선이 관찰되지 않거나 외곽선을 구별하기가 어렵다. 두 번째 유형은, 결합조직의 개재가 이루어진 치유로 파절편 사이가 방사선 투과선으로 구별되어지며, 세 번째 유형은, 결합조직과 골조직의 개재가 이루어지는 치유로 파절편은 골조직의 개재로 분리되고 주위는 치주인대 같은 공간이 형성되는 것이며, 마지막 유형은, 치수괴사가 일어난 것으로 파절편 사이에 방사선 투과성이 있고 치조골이 희미해지며 파절선이 굵어지는 것이다[6,8-11].

치근 파절 시 치유되는데 있어 영향을 미치는 요인은 치료 전 요인과 치료 후 요인으로 대별할 수 있는데 치료 전 요인으로는 성별, 나이, 치근발육상태, 파절 형태, 파절 위치 등이 있으며[8], 치료 후 요인으로는 파절편의 정확한 정복 유무, 스프린트 기간 및 종류, 항생제 복용 유무 등이 있다[3,12-16].

그 중 치근 파절 시 치유에 있어 치근 파절의 위치가 큰 영향을 줄 수 있는데 치근의 1/3 이하의 위치에서 치근 파절이 일어났다면 예후는 불량하다는 가설과 치수괴사의 발생률과 파절선의 위치 간에 관계가 없다는 연구결과가 있었다[5,6,17-19]. 그러나 지금까지의 연구는 치근 파절 부위의 대략적인 위치 분류에 따른 치근 치유와의 관계를 나타낸 것이 대부분으로 좀 더 객관적이고 세밀한 파절 부위의 제시가 필요하리라 생각된다. 이에 본 연구에서는 치근의 파절 위치를 좀 더 객관적으로 나타내기 위하여 골 하방 치근 전체 길이에서 상대적인 치근 파절의 위치를 계산하여 이를 치근 파절 위치 상대지수라 정의하였다. 파절 위치 상대지수를 사용한 본 연구에서 치근 파절 위치와 치수 치유간의 연관성은 보이지 않아 예후에 영향을 끼치지 않았다.

Andreasen 등[3]은 치경부 치근 파절 시 오히려 치수괴사가 더 적게 일어났으며 이는 치경부에서 재혈관화되는 길이가 상대

적으로 짧기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 치경부에 인접한 부위에서 치근파절이 발생한 경우 발치된 2개의 증례가 있었지만 치수괴사가 일어난 비율은 전체비율에 비하여 오히려 적었다. 대상 치아들은 대부분 초진 시 파절편의 정복 후 고정이 이루어진 상태였으며 본 연구의 결과처럼 치근 파절의 위치에 따른 치수의 예후 차이는 없을 것이라 생각된다. 그러나 치근의 치유 양상에서는 파절 부위가 치근단에 위치할수록 석회화조직에 의한 회복이 잘 일어났고, 결합조직의 치유 양상은 치근 파절 부위가 치경부에 위치할수록 높은 빈도로 일어났으며, 골조직이 개재된 결합조직의 치유 양상은 치근단부에서 주로 일어났다. 이와 같은 결과는 치경부에서 치근 파절이 일어났을 경우, 파절된 치근편의 심한 동요 및 치수인대의 손상회복이 잘 일어나지 않기 때문에 파절된 치근의 치유가 석회화조직에 의한 회복보다 결합조직으로 치유된 것으로 사료된다.

파절편 간 이개 정도와 긴밀한 파절편의 정복도 치유에 영향을 주는 중요한 요소이다. Cvek 등[5,20]은 효과적인 정복이 일어났을 때 치수의 치유뿐 아니라 치근의 석회화조직에 의한 치유가 잘 일어난다고 보고하였으며, Andreasen 등[3]은 효과적인 정복 시 최소한의 혈병의 응고로 박테리아의 침입 가능성이 줄기 때문에 치근 파절의 위치에 상관없이 치수 치유가 잘 일어난다고 하였다. 본 연구에서는 초기 외상 당시 파절편 간격과 치수 치유 간에는 연관성을 보이지 않았으며, 정복 후 파절편 간격과 치수 치유 간에는 연관성을 보였다($p < 0.05$). 이는 치근 파절 시 치수 치유에 있어 초기 변위의 정도보다 정복 후 변위의 정도가 보다 큰 영향을 끼침을 알 수 있으며, 치근 파절 후 변위의 정도가 크더라도 효과적인 정복이 이루어진다면 치수 치유가 일어나기 용이함을 알 수 있었다. 그러나 파절편 간격이 치근 치유 양상에 미치는 영향을 평가한 결과, 초진 시 정복 전의 파절편 간격은 치근이 치유되는 데 큰 관련성을 나타내지 않았으며, 치료 후 정복된 파절편 간격도 통계학적 유의성은 관찰되지 않았다.

치근 파절 시 치근의 성숙정도 또한 치수 및 치근 치유에 중요한 요소이다. Andreasen 등[8-11]에 의하면 치근의 성숙정도는 치수 치유에 강한 영향을 주며 치근성장이 완료되었을 때 치수괴사가 잘 일어난다고 하였으며, Cvek 등[5,7]도 치근의 성숙정도를 미성숙 치근과 성숙치근으로 나누어 연관성을 연구한 결과, 치근이 미성숙일수록 치수 치유와 석회화 조직에 의한 치유가 잘 일어난다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 치근 파절 시 치근의 성숙정도는 치수 및 치근이 치유되는데 중요한 요인이 아님을 확인할 수 있었다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 가지고 있다. 연구에 사용된 치근 파절의 치아는 51개로서 충분한 증례를 확보하지 못한 것으로 생각되는 바 향후 더 많은 증례를 대상으로 분석한 연구가 필요

하리라 사료된다. 표본의 개수가 누적되다 보면 좀 더 다양하고 정확한 분석이 이루어질 수 있을 것이라 생각된다. 그리고 여러 가지 치유와 관련되는 요인들 중 스플린트는 고려하지 않았는데 이는 외상받은 치아의 개수 및 범위, 외상의 정도에 따라 스플린트 종류 및 기간, 철선의 굵기 등이 다르게 사용되어야 하는 바, 정확한 자료의 측정에 어려움이 있었기 때문이다. 따라서 정확한 스플린트 기간 및 종류, 굵기 등을 고려한다면 치근 파절 시 치유 양상에 대해 좀 더 정확하게 분석 및 예측할 수 있을 것이다.

본 연구는 1년 이상 관찰된 치근 파절 증례를 선별하였지만 장기간 관찰을 통한 치수 치유 및 치근 치유 여부는 분석하지 못했다. 이는 Andreasen 등[9]의 연구에서 치근 파절된 치아를 치료한 후 12년 동안 관찰한 결과 치근 파절의 위치가 치은열구에 가까이 위치할수록 생존율이 떨어진다고 보고한 것을 참조할 때에, 향후 좀 더 장기적인 관찰을 통한 연구가 필요하리라 생각된다. 장기간 관찰을 통한 본 연구에서와 같이 상대적인 치근 파절의 위치와 장기간 생존율간의 연관성을 알아본다면 치근 파절에 대해 좀 더 정확한 예후에 대해 알 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 미성숙 영구치에서 치근 파절시 치근 파절의 위치, 파절편 간격, 치근단공의 크기를 방사선 사진 상에서 측정하여 통계적인 유의성을 분석하였다. 그 결과 치근 파절의 위치에 따른 치수 치유의 예후의 차이는 없었다. 그러나 치근 파절의 위치가 치근단에 위치할수록 치근 치유는 잘 일어났으며($p < 0.05$), 정복 후 파절편 간격이 좁을수록 치수 치유가 잘 일어남을 확인하였다($p < 0.05$).

References

1. Andreasen JO, Andreasen FM, Andersson L : Textbook and Color Atlas of Traumatic Injuries to the Teeth, 4th ed. Blackwell Munksgaard, Copenhagen, 337-367, 2007.
2. Andreasen JO, Ravn JJ : Epidemiology of traumatic dental injuries to primary and permanent teeth in a Danish population sample. *Int J Oral Surg*, 1:235-239, 1972.
3. Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare I, Cvek M : Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 2, Effect of treatment factors such as treatment delay, repositioning, splinting type and period and antibiotics. *Dent traumadol*, 20:203-211, 2004.
4. Hovland EJ : Horizontal root fractures. Treatment and repair. *Dent Clin North Am*, 39:53-78, 1995.

5. Cvek M, Andreasen JO, Borum MK : Healing of 208 intra-alveolar root fractures in patients aged 7-17 years. *Dent Traumatol*, 17:53-62, 2001.
6. Cvek M, Andreasen JO, Borum MK : Healing and Prognosis of teeth with intra-alveolar fractures involving the cervical part of the root. *Dent traumatol*, 17:53-62, 2002.
7. Cvek M, Mejare I, Andreasen JO : Healing with intra-alveolar fractures involving the cervical part of the root. *Dent Traumatol*, 18:57-65, 2002.
8. Andreasen JO, Andreasen FM, Mejare I, Cvek M : Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 1. Effect of pre-injury and injury factors such as sex, age, stage of root development, fracture type, location of fracture and severity of discoloration. *Dent Traumatol*, 20:192-202, 2004.
9. Andreasen FM, Andreasen JO : Resorption and mineralization processes following root fracture of permanent incisors. *Dent Traumatol*, 4: 202-214, 1998.
10. Andreasen JO, SS Ahrensburg, Georgios TS : Root fractures : the influence of type of healing and location of fracture on tooth survival rates an analysis of 492 cases. *Dent Traumatol*, 28:404-409, 2012.
11. Andreasen JO : Periodontal healing after replantation of traumatically avulsed human teeth. Assessment by mobility testing and radiography. *Acta Odontol Scand*, 33:325-335, 1975.
12. Rabie G, Barnett F, Tronstad L : Long-term splinting of maxillary incisor with intra-alveolar root fracture. *Endod Dent Traumatol*, 4:99-103, 1988.
13. Chang SP, Walker RT : Root Fracture : a case of dental non-intervention. *Endod Dent Traumatol*, 4:186-188, 1988.
14. Tziafas D, Margelos I : Repair of untreated root fracture : a case report. *Endod Dent Traumatol*, 9:40-43, 1993.
15. Kim KB, Kim SM, Choi NK, Yang KH : Treatment for root fracture on the immature maxillary permanent central incisor. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 34:454-460, 2007.
16. Jung JH, Park JH, Kim KC, *et al.* : Conservative treatment of intra-alveolar root fracture of primary incisors using resin wire splint : case report. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 40:53-59, 2013.
17. Lindahl B : Transverse intra-alveolar root fractures. noentgen diagnosis and prognosis. *Odontol Revy*, 9:10-24, 1958.
18. Zachrisson BU, Jacobsen I : Long-term prognosis of 66 permanent anterior teeth with root fracture. *Scand J Dent Res*, 83:345-354, 1975.
19. Feiglin B : Clinical management of transverse root fractures. *Dent Clin North Am*, 39:53-78, 1995.
20. Cvek M, Georgios TS, Andreasen JO : Survival of 534 incisors after intra-alveolar root fracture in patients aged 7-17 years. *Dent Traumatol*, 24:379-387, 2008.

국문초록

미성숙 영구치의 치근 파절 시, 치수 및 치근 치유에 영향 미치는 요인들에 대한 분석

이제식 · 김현정 · 남순현

경북대학교 치의학대학원 소아치과학교실

본 연구는 미성숙 영구치에서 치근 파절 시 치수와 치근 치유에 영향을 주는 요인을 평가하기 위해 치근 파절위치, 치근단공의 크기, 파절편 간격을 측정하였고, 치수와 치근 치유 양상과의 연관성을 통계적으로 분석하여 치근 파절시 예후를 알아보고자 하였다.

51개의 상악 전치부 치근 파절 증례를 대상으로 치근 파절위치, 치근단공의 크기, 파절편 간격을 방사선 사진에서 길이를 측정하였다. 측정된 수치는 독립 T검증, 로지스틱 회귀분석을 통해 평가하였다.

본 연구의 결과, 치근 파절의 위치에 따른 치수 치유의 예후의 차이는 없었다. 그러나 치근 파절의 위치가 치근단에 위치할수록 치근 치유는 잘 일어났으며($p < 0.05$), 정복 후 파절편 간격이 좁을수록 치수 치유가 잘 일어남을 확인하였다($p < 0.05$).