

Original Article

## A Retrospective Study on the Effect of Pulp Treatment on the Exfoliation of Primary Teeth

Sejung Bang, Miran Han, Jongbin Kim, Junhaeng Lee, Jongsoo Kim, Jisun Shin

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University, Cheonan, Republic of Korea

### Abstract

The aim of this study was to retrospectively analyze the effects of pulp treatment on exfoliation of primary teeth and its related factors. In this study, 167 teeth of 97 patients aged 6 months to 12 years who were treated with pulp treatment at Dankook Dental Hospital were selected, and information related to pulp treatment and tooth loss was collected. The included subjects were 72 primary anterior teeth (43.1%) and 95 primary posterior teeth (56.9%), of which 56 were males (57.7%) and 41 females (42.3%). The mean follow-up period was  $106.1 \pm 38.7$  months, and the mean age at pulp treatment was  $34.8 \pm 15.4$  months for primary anterior teeth and  $69.1 \pm 25.1$  months for primary posterior teeth. Unilaterally pulpectomized teeth were significantly exfoliated earlier than the same tooth on the opposite side ( $p < 0.05$ ). Also, in the case of teeth with periapical lesions, despite pulp treatment, the probability of extraction due to infection has been increased on primary anterior teeth ( $p < 0.05$ ), but not on posterior teeth ( $p > 0.05$ ). Pulpectomized teeth were lost earlier, an average of 7.8 months for primary anterior teeth and 8.5 months for primary posterior teeth. Early loss of the primary tooth can lead to space loss and premature eruption of the successor, so this can be considered when planning or performing treatment of the primary tooth. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(1):24-34]

### Keywords

Pulp treatment, Pulpectomy, Periapical infection, Tooth exfoliation, Primary tooth

### ORCID

Sejung Bang

<https://orcid.org/0000-0002-2218-6817>

Miran Han

<https://orcid.org/0000-0003-0312-6023>

Jongbin Kim

<https://orcid.org/0000-0001-8744-9553>

Junhaeng Lee

<https://orcid.org/0000-0002-3575-5476>

Jongsoo Kim

<https://orcid.org/0000-0001-8752-332x>

Jisun Shin

<https://orcid.org/0000-0003-2147-5163>

### Article history

Received September 15, 2022

Revised November 10, 2022

Accepted November 14, 2022

© 2023 Korean Academy of Pediatric Dentistry

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 서론

소아의 치과질환 중 치아우식증은 소아 환자 중 40% 이상이 경험할 정도로 흔한 구강 질환으로[1], 짧은 기간에 빠르게 진행해 치수까지 침범하는 경우도 적지 않다. 또한 치아

### Corresponding author: Jisun Shin

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University, 119 Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan, 31116, Republic of Korea

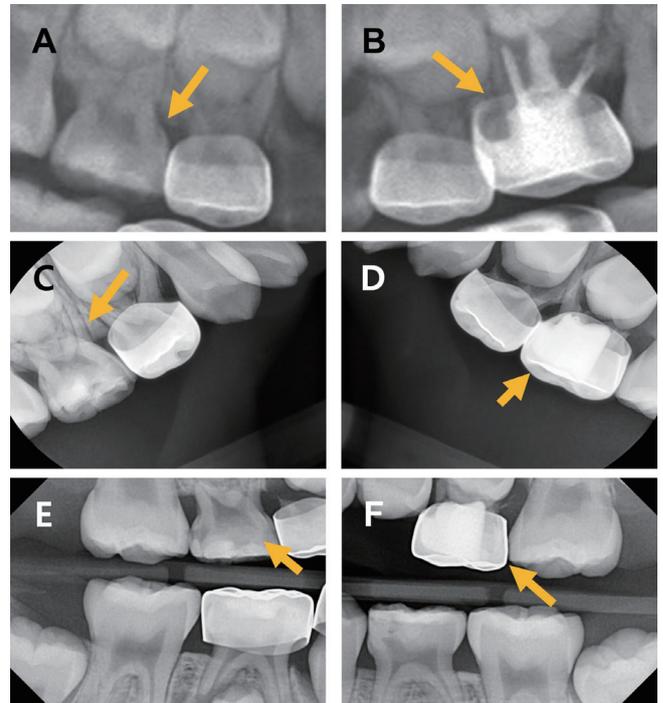
Tel: +82-41-550-0223 / Fax: +82-41-550-0118 / E-mail: pedoshin@dankook.ac.kr

우식증 뿐만 아니라 외상으로 인해 치수 노출이나 감염이 일어난 경우 역시 비가역적인 치수 염증, 괴사, 치근단 염증으로 이어져 통증이나 공간소실, 더 나아가 계승치의 정상적인 성장 저해가 일어날 수 있어 이를 방지하고 유치를 보존하기 위해서는 치수치료가 고려된다[2].

유치의 치수감염 시 치수치료 방법은 크게 치수절단술과 치수절제술로 나뉜다. 먼저 치수절단술은 치관부의 치수를 제거하고 치근부 치수를 남긴 후, 적용하고자 하는 치료 기전에 따라 다른 약제를 이용한다. 치수조직을 고정하여 통증을 조절하고 치아를 유지하는 치료에 formocresol (FC)이 이용될 수 있고, 최근에는 mineral trioxide aggregate (MTA)를 적용해 경조직 방어막을 형성하여 근관 안의 정상 치수에서 치유가 일어나도록 하는 방법도 있다. 하지만 감염이 치근부 치수까지 진행된 경우, 치수를 모두 제거하고 근관형성, 세척 후 충전하는 치수절제술을 시행해야 한다[3]. 유치의 치수절제술 후 근관 내부를 충전하는 재료는 영구치의 근관충전재와 달리 영구치 맹출에 방해되지 않도록 치근과 함께 원활하게 흡수될 수 있어야 한다. 이러한 재료 중 시판되어 널리 쓰이는 것은 현재 많지 않은데, 과거에는 산화아연 유지놀을 이용하였으나, 최근에는 수산화칼슘과 요오드포름, silicone oil이 혼합된 흡수성 충전재, Vitapex® (Neo Dental, Tokyo, Japan)를 주로 사용하고 있다 [4].

하지만 성공적인 치수치료에도 불구하고 정상 치아에 비해 유치가 조기 탈락 또는 만기 잔존하는 경우가 임상에서 종종 나타난다[5,6](Fig. 1). 치수치료한 치아의 조기 탈락은 경미한 염증과 증가된 상아질파괴세포의 활성이 치근흡수를 가속화시켜 발생하는데, 그 원인으로 수산화칼슘과 요오드포름이 포함된 근관충전재를 지목하는 여러 연구들이 있으나, 정확한 기전 등이 자세히 알려져 있지 않다[7,8]. 저작, 발음, 심미 등의 일반적인 치아의 기능들 외에도, 유치에는 영구치열의 완성을 위해 시간적, 공간적으로 그 영역을 유지해야 한다는 중요한 역할이 있는데, 알맞은 탈락 시기보다 빠르게, 혹은 느리게 치아가 상실되면 이를 기대하기 어려워진다. 유치의 치수치료는 소아의 치과치료 시 많이 행해지는 술식 중 하나이고, 치아의 조기 탈락은 장기간의 경과 관찰을 필요로 함에도, 이에 관해 진행된 선행 연구는 매우 드문 데다 관찰 기간은 평균 12개월에서 최대 5년 정도로 부족하다[9-11].

이에 이번 연구는 선행연구들보다 긴 기간 동안 치아를 관찰하여 유치 치수치료와 치아 상실 간의 관계를 알아보고자 하였



**Fig. 1.** Panoramic and periapical radiographs of the patient show early root resorption of the pulpectomized primary tooth. Cropped panoramic radiograph after pulpectomy of the maxillary left primary 2nd molar (B) and its counterpart on the opposite side with no pulp treatment (A), at the age of 9 years and 1 month. Periapical radiographs for the 12-month (C, D), and 18-month (E, F) follow-ups. Pulpectomized primary teeth (maxillary left primary 2nd molar) showed accelerated root resorption and permanent successor eruption.

고, 객관적인 분석을 위해 편측에만 치수치료가 시행되고 반대측 동명치는 그렇지 않은 환자를 선별해 치아상실 시기를 비교하고 치아의 상실 원인에 영향을 미친 요소를 파악해 유치의 치수치료 및 치료계획 수립 시 고려사항으로 활용하고자 하였다.

## 연구 재료 및 방법

이 연구는 단국대학교 부속 치과병원 연구심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받아 진행되었다 (DKUDH IRB 2022 - 8 - 001).

### 1. 연구 대상

2010년 3월부터 2012년 2월까지 2년간 단국대학교 치과병

원 소아치과에 내원하여 유치 치수치료를 받은 6개월에서 12세의 환자를 대상으로 하였고, 809명의 환자가 수집되었다. 이 중, 치수치료가 시행된 치아 및 반대측 동명치의 상실시기까지 장기간 내원한 환자를 선별하였는데, 이 때 치아 상실은 치근단 염증, 치아 만기 잔존 등으로 시행된 발치와 생리적인 치아 탈락을 모두 포함하나, 교정적 목적으로 치근흡수와 관계없이 시행된 발치는 제외하였다. 그리고 치수치료된 치아 또는 반대측 동명치에 유치 결손, 하방 영구치 결손, fusion 등의 치아 형태이상인 경우 등을 제외하였다. 또한, 과잉치 또는 주변 치아의 이소맹출 등으로 인해 정상적인 치근흡수 및 탈락이 이루어지지 않은 경우 및 치아의 비정상적 흡수를 나타내는 위저인산효소증, 주기성 호중구 감소증 등의 전신질환이 있는 경우 등을 제외하였다. 최종적으로 97명 환자의 167개의 치아가 연구에 포함되었고, 그 중 남자는 56명(57.7%), 여자는 41

명(42.3%)이었으며, 치아 분포는 유전치 72개(43.1%), 유구치 95개(56.9%)로 나타났다(Table 1). 환자들의 평균 경과 관찰 기간은  $106.1 \pm 38.7$ 개월이었고, 치료 시 평균 연령은 유전치  $34.8 \pm 15.4$ 개월, 유구치  $69.1 \pm 25.1$ 개월이었다(Fig. 2).

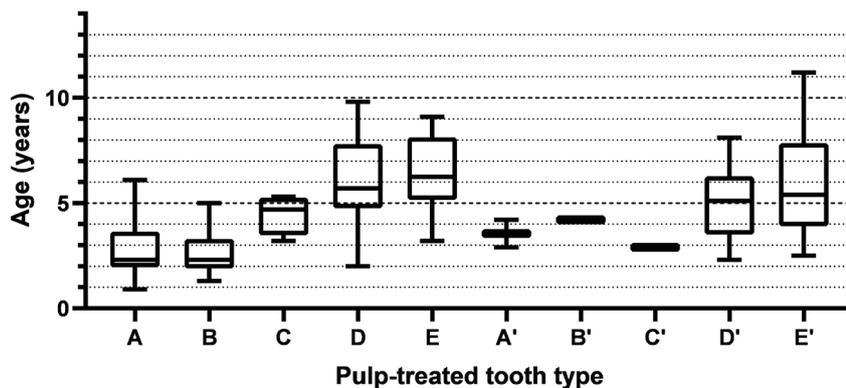
## 2. 연구 방법

연구대상에 포함된 환자들의 파노라마, 치근단 방사선 사진, 전자의무기록 등을 바탕으로 Table 2에 기술된 바와 같은 정보를 수집하였다. 이 때, 치아의 상실 원인은 방사선 사진에서 보이는 유치의 치근단 방사선투과상의 존재 여부와 치근흡수 정도, 후속 영구치의 위치, 맹출 양상 등과 더불어 전자의무기록에 기록된 유치의 동요도, 하방의 누공, 부종, 종창 여부 등을 바탕으로 평가하였다. 모든 치수치료는 러버댐으로 격리 후 통

**Table 1.** Number of teeth distributed based on patient gender and tooth type

Gender	Maxillary primary teeth					Mandibular primary teeth					Total
	Central incisor (A)	Lateral incisor (B)	Cuspid (C)	1st molar (D)	2nd molar (E)	Central incisor (A')	Lateral incisor (B')	Cuspid (C')	1st molar (D')	2nd molar (E')	
Male	24	13	1	22	11	0	0	0	13	11	95
Female	17	10	3	12	5	2	1	1	11	10	72
Total	41	23	4	34	16	2	1	1	24	21	167

A: Maxillary primary central incisor; B: Maxillary primary lateral incisor; C: Maxillary primary cuspid; D: Maxillary primary 1st molar; E: Maxillary primary 2nd molar; A': Mandibular primary central incisor; B': Mandibular primary lateral incisor; C': Mandibular primary cuspid; D': Mandibular primary 1st molar; E': Mandibular primary 2nd molar.



**Fig. 2.** Average age at the time of the pulp treatment.

A: Maxillary primary central incisor; B: Maxillary primary lateral incisor; C: Maxillary primary cuspid; D: Maxillary primary 1st molar; E: Maxillary primary 2nd molar; A': Mandibular primary central incisor; B': Mandibular primary lateral incisor; C': Mandibular primary cuspid; D': Mandibular primary 1st molar; E': Mandibular primary 2nd molar.

**Table 2.** Data collected from the patient's record

Data collected from the patient's record	Classification
1) Gender	
2) Type of tooth pulp-treated	
3) The purpose of pulp treatment	① Caries, ② Trauma, ③ Orthodontic treatment
4) Type of pulp treatment	① Pulpectomy, ② Pulpotomy
5) Type of coronal restoration after pulp treatment	① Glass Ionomer, ② Composite Resin, ③ Resin Modified Glass Ionomer, ④ Stainless Steel Crown
6) Presence or absence of abscess, fistula, or radiolucent lesions around the roots before pulp treatment (Presence or absence of periapical lesion before pulp treatment)	
7) Age at the time of exfoliation or extraction of pulp-treated tooth	
8) Age at the time of exfoliation or extraction of the same tooth on the opposite side	
9) Reason for exfoliation or extraction of pulp-treated tooth	① physiological exfoliation, ② extraction due to infection, ③ extraction due to over-retention

상적인 방법에 따라 행해졌다. 치수절단술은 치관부의 치수조직을 제거하고 근관부 치수의 지혈을 확인한 후 FC를 5분 적용해 치수를 고정하고 intermediate restorative material (IRM, Dentsply Sirona, York, PA, USA)을 상부에 덮어주었고, 치수절제술은 치관 및 근관부 치수 발수, 근관 형성, 세척 및 건조 후 흡수성 충전재인 Vitapex®로 근관을 충전하였다. 치수절단술과 치수절제술 모두 치수치료를 시작한 당일엔 치료를 완료하고 치관부를 수복하였다.

### 3. 통계 분석

Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA)을 이용하여 정보를 수집 및 분류하고, SPSS version 23.0 (SPSS Inc., IBM, Chicago, IL, USA)을 이용하여 결과를 분석 및 통계 처리하였다. 먼저, Wilcoxon signed rank test를 통해 치수치료 방법과 여부에 따른 치아 상실시기의 차이를 관찰하였다. 이후, 다항 로지스틱 회귀분석(Multinomial logistic regression analysis)을 시행하여 치수치료된 치아의 상실 이유에 어떤 요인이 작용했는지 분석하였다.

## 연구 성적

### 1. 편측 치아만 치수치료된 경우의 결과 평가

먼저 생리적인 치근흡수의 가속화 여부를 알아보기 위해 만

기 잔존이나 치근단 염증이 있었던 치아, 반대편 동명치까지 양측 치아 모두 치수치료된 환자를 제외하였다. 조건에 해당하는 치아는 유전치 15개, 유구치 39개로 총 54개의 치아가 포함되었고, Wilcoxon signed rank test를 통해 각각 분석하였다. 치수치료된 치아와 치수치료되지 않은 동명치간 상실 시기의 차이는 유전치에서 평균  $7.8 \pm 10.5$ 개월( $p < 0.05$ ), 유구치에서 평균  $8.5 \pm 8.5$ 개월( $p < 0.05$ )로 유의한 차이가 관찰되었다 (Fig. 3).

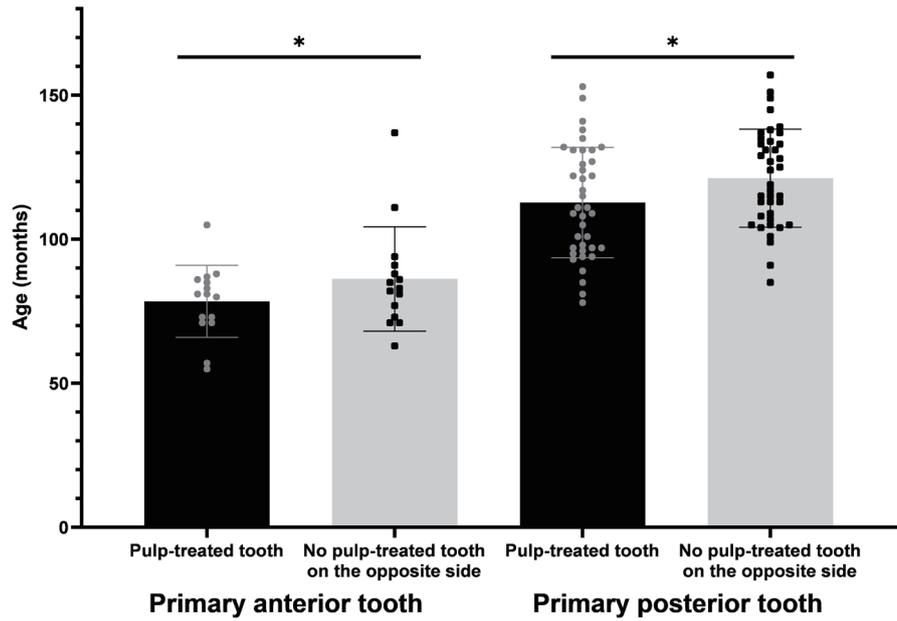
다음으로는 치수치료의 방법에 따라 치아 상실시기의 차이를 분석하였다. 조건에 해당하는 유구치는 치수절단술 7개, 치수절제술 32개로 총 39개의 치아가 포함되었다. Wilcoxon signed rank test 결과, 치수절단술 시행 시 양측 치아의 탈락 시기에 유의한 차이가 발견되지 않았으나( $p > 0.05$ ), 치수절제술된 치아는 치수치료하지 않은 동명치에 비해 유의하게 먼저 상실된 것으로 나타났고( $p < 0.05$ ), 그 차이는 평균  $9.7 \pm 8.6$ 개월이었다.

### 2. 상, 하악 유전치부

연구에 68개의 상악 유전치와 4개의 하악 유전치가 포함되었다. 치료 방법은 모두 치수절제술이었고, 치식에 따른 치료 이유와 재료, 치아상실 원인은 Table 3과 같다.

치아상실 원인에 어떤 요인이 작용했는지 알아보기 위해 다항 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 생리적 치아 탈락을 참조 범주로 두고 염증이나 만기 잔존으로 인한 발치에 영향을 주는

**Fig. 3.** Age of extraction of unilaterally pulp-treated teeth and the same tooth on the opposite side with no pulp treatment. *p*-value from Wilcoxon signed rank test and significant differences were described with asterisk letter.



**Table 3.** Distribution of reasons for pulp treatment and extraction and type of coronal restoration of primary anterior teeth of the maxilla and mandible

Number of teeth (%)		Reason for pulp treatment		Reason for extraction			Type of coronal restoration		Total
		Caries	Trauma	Physiological exfoliation	Extraction due to infection	Extraction due to over-retention	Composite Resin	RMGI	
Maxillary primary teeth	Central incisor	30 (73.2)	11 (26.8)	15 (36.5)	22 (53.7)	4 (9.8)	19 (46.3)	22 (53.7)	41
	Lateral incisor	22 (95.7)	1 (4.3)	14 (60.9)	8 (34.8)	1 (4.3)	12 (52.2)	11 (47.8)	23
	Cuspid	4 (100.0)	0 (0.0)	3 (75.0)	1 (25.0)	0 (0.0)	2 (50.0)	2 (50.0)	4
Mandibular primary teeth	Central incisor	1 (50.0)	1 (50.0)	1 (50.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	1 (50.0)	2
	Lateral incisor	0 (0.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	1
	Cuspid	1 (100.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)	1

RMGI: Resin Modified Glass Ionomer.

요소를 분석했는데, 치료 방법은 모두 동일했기 때문에 치료 이  
유와 치관부 수복재료, 치근단 염증 여부를 독립변수로 두었다.  
분석 결과, 치수치료 전에 치조농양, 누공 또는 치근 주위 방사  
선투과상 등의 치근단 염증이 존재한 경우 치료 후에도 감염  
으로 인해 발치할 확률이 증가하는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ,  
Odds Ratio = 11.036, Table 4, 5).

### 3. 상, 하악 유구치부

연구에 50개의 상악 유구치와 45개의 하악 유구치가 포함되  
었다. 교정적 이유로 치수절단술을 시행한 후 Resin Modified  
Glass Ionomer (RMGI)로 치관부를 수복한 하악 제2유구치  
한 치아를 제외하고는 모든 치아가 치아우식증을 이유로 치수  
치료 및 기성금속관 수복되었다. 치식에 따른 치수치료 방법과  
치아상실 원인은 Table 6과 같다.

**Table 4.** Reason for primary anterior teeth extraction according to the presence or absence of a periapical lesion before pulp treatment

Number of teeth (%)		Reason for extraction			Total
		Physiological exfoliation	Extraction due to infection	Extraction due to over-retention	
Periapical lesion before pulp treatment	Presence	1 (9.1)	9 (81.8)	1 (9.1)	11
	Absence	35 (57.4)	22 (36.1)	4 (6.5)	61

**Table 5.** Factors influencing the reason for primary anterior teeth extraction by multinomial logistic regression analysis

Variables		OR	95% CI	p-value
Extraction due to infection	Reason for pulp treatment	0.890	0.206 - 3.843	0.876
	Type of coronal restoration	0.967	0.343 - 2.729	0.949
	Presence/absence of periapical lesion before pulp treatment	11.036	1.252 - 97.265	0.031
Extraction due to over-retention	Reason for pulp treatment	1.299	0.092 - 18.36	0.846
	Type of coronal restoration	1.857	0.245 - 14.103	0.550
	Presence/absence of periapical lesion before pulp treatment	7.849	0.355 - 173.686	0.192

OR: Odds ratio; 95% CI: 95% confidence interval.

**Table 6.** The distribution of pulp treatment types and the reasons for extraction of primary posterior maxillary and mandibular teeth

Number of teeth (%)		Type of pulp treatment		Reason for extraction			Total
		Pulpotomy	Pulpectomy	Physiological exfoliation	Extraction due to infection	Extraction due to over-retention	
Maxillary primary teeth	1st molar	7 (20.6)	27 (79.4)	28 (82.4)	0 (0.0)	6 (17.6)	34
	2nd molar	2 (12.5)	14 (87.5)	8 (50.0)	2 (12.5)	6 (37.5)	16
Mandibular primary teeth	1st molar	8 (33.3)	16 (66.7)	18 (75.0)	3 (12.5)	3 (12.5)	24
	2nd molar	6 (28.6)	15 (71.4)	13 (62.0)	4 (19.0)	4 (19.0)	21

유전치와 마찬가지로 생리적 치아 탈락을 참조 범주로 두고 다항 로지스틱 회귀분석을 시행하였으나 교정적 이유로 치수치료한 한 개의 치아는 제외하고 분석하였다. 치료 이유와 치관부 수복재료는 동일했기 때문에 치료 방법과 치근단 염증 여부를 독립변수로 두었다. 그 결과 유전치와는 달리, 유구치는 치근단 염증 여부와 치료 방법이 발치 이유와 관련이 적었다( $p > 0.05$ , Table 7, 8).

### 총괄 및 고찰

어린이 환자에게 치아우식증은 예방을 위한 여러 노력에도 아직 완전히 방지하기 어려운 구강질환으로, 치수까지 진행되

면 치아외상과 함께 치수염이나 치근단 염증을 유발하는 가장 큰 원인이 된다. 치수질환이 있는 유치를 가지고 있는 환아는 영양섭취와 저작활동이 중요한 연령임에도 불구하고, 통증으로 인해 정상적인 섭식 활동이 어려운데다 치근단 염증 발생 시 하방 영구치에 부정적인 영향을 미칠 가능성이 높다[1]. 이 때 치수 치료, 그 중에서도 치수절제술은 치아를 발거하기 전 유치를 보존하기 위한 최후의 수단이라고 할 수 있다[2].

성공적인 치수치료와 주변 조직의 치유를 위해서는 미생물의 존재가 가장 큰 영향을 미치기 때문에 러버댐 장착과 멸균된 기구의 사용, 감염상아질의 완전한 제거, 근관 내 철저한 소독 등의 무균적 치료가 중요하다[3]. 하지만 만족할만한 치수치료에도 불구하고 조기 탈락 또는 만기 잔존 등으로 치아의 정상

**Table 7.** Reason for primary posterior teeth extraction according to the presence or absence of a periapical lesion before pulp treatment

Number of teeth (%)		Reason for extraction			Total
		Physiological exfoliation	Extraction due to infection	Extraction due to over-retention	
Periapical lesion before pulp treatment	Presence	7 (70.0)	1 (10.0)	2 (20.0)	10
	Absence	60 (70.6)	8 (9.4)	17 (20.0)	85

**Table 8.** Factors influencing the reason for primary posterior teeth extraction by multinomial logistic regression analysis

Variables		OR	95% CI	p-value
Extraction due to infection	Type of pulp treatment	0.327	0.062 - 1.724	0.188
	Presence/absence of periapical lesion before pulp treatment	1.338	0.111 - 16.197	0.819
Extraction due to over-retention	Type of pulp treatment	1.217	0.310 - 4.782	0.778
	Presence/absence of periapical lesion before pulp treatment	0.449	0.060 - 3.349	0.435

OR: Odds ratio; 95% CI: 95% confidence interval.

적인 탈락이 이루어지지 못할 수 있다. 정상적인 유치의 흡수와 탈락은 개인차에 따라 평균적인 탈락 시기에서 전후 18개월의 편차를 가지나, 동명치간 큰 시기의 차이 없이 양측성으로 진행되는 경우가 대부분이다[12].

이번 연구는 평균 106.1 ± 38.7개월의 관찰 기간을 가졌고, 이는 기존 연구들이 5년 이하의 관찰 기간을 가진 것에 비해 훨씬 긴 기간이었다[9,10]. 평균 9년에 가까운 장기적인 관찰과 분석을 통해 의미 있는 결과를 얻을 수는 있었지만, 기간이 긴 만큼 최종적으로는 88% 정도의 환자가 내원하지 않아 제외되었고 그 과정에서 편향이 생길 수 있었다. 예를 들어 유전치의 생리적 탈락 시기는 비교적 이른 것에 비해 유구치는 늦기 때문에, 유구치를 치료한 경우 탈락 시기까지 정기검진에 내원하는 환자가 적어져 결과에서 제외되는 비율이 더 높을 수 있다는 점 등 표본 선택의 오류가 발생할 수 있었고, 또한 제외된 치아가 많다 보니 통계적으로 분석하기에 치아의 개수가 적다는 점이 한계로 남는다. 게다가 치수치료는 치수절단술과 치수절제술 모두 통상적인, 동일한 과정으로 동일한 재료를 사용해 진행되었으나, 한 명이 아닌 여러 명의 술자에 의해 시행되었기 때문에 치료과정에서 생길 수 있는 변수를 완전히 통제하기 어려웠다는 한계를 가진다. 이번 연구에서 치수절단술이 시행된 치아는 그렇지 않은 동명치와 탈락 시기를 비교했을 때 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 FC를 이용한 치수절단술 시 35% 이상의 치아가 6개월 이상 조기 탈락을 보였다는 기존의 연구 결과[13,14]와 상이하나, 이번 연구에 포함된 치근단 염증이 없고 편측에만 치수절단술이 시행되었으며 만기 잔존되

지 않은 치아의 수가 7개로 매우 적어, 통계적으로 유의미한 결과로 보기 어렵다. 하지만 치수절제술에서는 치료가 시행된 치아가 평균 9.7개월 유의하게 조기 상실되어 선행 연구와 결과가 일치했고[15], 이는 치근단의 증가된 상아질파괴세포의 활성화 그리고 인한 하방 계승 영구치의 조기 맹출에 기인하며, 그 원인으로서는 크게 치근단 염증과 치근부위에 충전한 약제를 고려해볼 수 있다.

먼저, 유치 근관 내부의 복잡한 구조는 완전한 세정이 어렵기 때문에, 잔존한 세균에 의해 치수치료의 실패가 일어날 수 있다[16,17]. 실제로 30개의 유구치를 주사전자현미경으로 분석한 연구에서, 그 중 21개가 치수강저에 부근관이 탐지되었고, 그 내부에서 치수조직 또한 발견되었다[18]. 또한 Chen 등[19]은 치근단 염증이 이미 있는 유치에서 치수절제술을 시행했을 때 예후가 더 나쁘다는 결과를 얻었고, 그 이유로 근관 내부를 완전히 세정하기가 어렵다는 점을 꼽았다. 이번 연구 또한 유전 치에서는 치근단 염증이 존재하면 치수치료에도 불구하고 결국 염증으로 인해 발치할 확률이 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 유구치에서는 그렇지 않았는데, 이는 다른 연구들에서 유치 치수절제술 시 유전치보다 유구치에서 비슷하거나 더 나쁜 예후를 보인 것과 상반된다[11,19,20]. 그 차이는 치관부 수복 재료에 있는데, 기존 연구들은 유구치 수복 시 레진, 글라스아이오노머, RMGI 등의 충전 재료와 기성금속관이 비슷한 비율로 사용되었으나 이번 연구는 한 치아를 제외하고는 모두 기성금속관으로 수복되었다. 이는 Seale[21]의 연구에서 밝혀진 바와 같이, 기성금속관 수복 시 미세누출과 세균의 유입이 방지되고

완전한 밀봉이 이루어져 치수절제술의 예후에 좋은 영향을 주기 때문에 보이며, 장기적 예후를 위해서는 치수치료 후 치관을 완전히 피개하는 것이 필요함을 시사한다. 최근, 유구치뿐만 아니라 유전치부 또한 치수치료 후 지르코니아 등으로 치관을 완전히 피개하는 방법이 널리 사용되고 있지만 이번 연구에서는 유전치부를 모두 충전재료로 수복하여, 치수치료의 예후에 영향을 미칠 수 있는 요인인 치관부 수복재료에 대해 정확한 분석을 할 수 없었다는 한계점이 있었다. 또한, 유치의 치수치료 전 치수 상태의 진단은 선행되어야 하고, 진단 결과는 괴사, 비가역적 치수염, 치근단 염증 등 다양할 것임에도 불구하고 이번 연구에서는 전자의무기록을 통해 정보를 수집하는 과정에서 치수상태에 대한 진단이 누락되어 있는 경우가 많아, 모든 치수상태를 분류하지 못하고 치근단 염증 여부만 확인이 가능하였다. 이에 후속 연구는 유치의 치수치료 전 치수상태에 대해 정확한 진단과 기록을 선행한 후, 유구치뿐 아니라 유전치에 전장관 수복을 통해 미세누출을 방지하는 등 이번 연구의 한계를 보완해 치근단 염증과 치아 탈락, 더 나아가 장기적인 예후에 미치는 영향을 알아볼 수 있도록 진행되어야 한다고 생각된다.

치근부위에 충전한 약제, 즉 유치의 근관충전재로는 1930년 처음 소개된 산화아연 유지놀이 가장 널리 사용되었다[22]. 하지만 치조골에 잔존하여 계승치의 맹출에 영향을 미칠 수 있다는 치명적인 단점으로 인해, 수산화칼슘이 현재 그 자리를 대체하고 있다. 이번 연구의 모든 치수절제술에서 사용된 Vitapex®는 40%의 수산화칼슘이 포함되어 높은 pH로 인한 항균성과 적용의 용이성, 낮은 세포독성 등의 장점을 가진 근관충전재로, 기존의 산화아연 유지놀이 비해 높은 성공률과 흡수성을 보인다[23]. 하지만 치근상아질의 미세경도와 강도를 감소시킬 수 있고[24-26], 치근의 흡수를 가속화한다는 여러 연구 결과가 있다[7,8]. 실제로 이번 연구의 정보수집 과정에서, 유치 치수치료 전에 치근단 염증이 존재한 경우 치수치료를 통해 근관 내부를 세척하고 항균력 있는 근관충전재를 충전하고 나면 치근단 방사선투과상이 대부분 회복되었으나, 시간이 지나며 근관충전재가 흡수되면 치근단 염증이 재발하여 발치하는 경우가 다수 확인되었다. 유치의 근관충전재는 계승 영구치가 맹출하는 시기까지 근관 안에 유지되어 항균력을 가져야 하기 때문에, 조기 흡수는 세균의 번식으로 이어져 치근단 염증을 발생시키는 원인으로 지목될 수 있다. 하지만 유치의 생리적 치근흡수나 근관충전재의 흡수, 세균, 파골세포 등의 정확한 기전이나 원인 등에 관한 연구가 아직 부족하기에, 이에 대한 추가적인 연구가

필요할 것으로 사료된다.

유치가 조기 상실되면, 주변 조직의 힘의 균형이 깨지며 치아의 위치 이동이 일어나 교정치료의 필요성이 증가된다[27,28]. 치아의 정상적인 맹출 순서는 적절한 악궁 둘레 길이를 유지하고 전치의 설측경사를 막는다는 점에서 중요하다고 할 수 있다[29]. 이번 연구에서 유치 치수절제술 시행 후 생리적 치근흡수가 가속화되며 계승 영구치 또한 조기 맹출되는 대부분의 경우에는 공간유지장치가 필요하지 않았으나, 유치 치근 주위에 염증이 발견되어 발치하는 경우에는 계승 영구치의 치근이 맹출될 만큼 형성되지 않아 공간유지장치가 필요했다[30,31]. 하지만 공간유지장치를 이용해 치열궁 둘레 및 길이를 보존하더라도, 일부 환자에서는 유치의 치근단 염증으로 흡수된 치조골이 회복되지 못하고, 결국 저형성된 계승 영구치가 조기 맹출되기도 했다. 이렇게 치관, 치근이 적절히 형성되지 않은 채로 맹출시 법랑질 저광화 및 저석회화, 치아의 과민, 심한 동요도 등을 보여 심한 경우 발치가 필요할 수 있다[32,33].

이렇듯 유치의 치수치료 후에는 조기 탈락과 계승 영구치의 조기 맹출이 일어날 수 있으므로, 치수치료를 시행하거나 치료 계획을 수립할 때 예상되는 유치 기간과 영구치 맹출시기 등에 관한 고려가 필요하다. 깊은 치아우식증으로 치수염이나 치근단 염증이 발생한 경우에는 치수절제술이 불가피하겠지만, 아직 치수염의 징후가 보이지 않는 깊은 우식의 경우, 간접치수복조술과 치수절단술을 고려해볼 수 있다. 두 치료의 예후에 관해서는 아직 논란이 많으나, 여러 연구들에서 치아의 치수상태에 대한 면밀한 검토가 선행된다면 간접치수복조술이 치수절단술에 비해 낮은 비용, 높은 성공률, 그리고 치아의 탈락 시기에 영향을 주지 않는 장점을 가져 더 나은 선택이 될 수 있음을 시사하였다[34-36]. 최근에는 MTA가 FC를 대체하는 유치 치수절단술 재료로 소개되며 더 높은 성공률과 낮은 치근흡수를 보이고 있어, 기존 재료의 한계를 보완할 수 있을 것으로 기대되고 있다[37-39].

## 결론

이번 연구에서는 방사선사진과 전자의무기록을 통해 유치 치수치료가 치아 상실에 미치는 영향과 관련 요인을 장기적으로 관찰 및 분석하여, 다음과 같은 결론을 얻었다.

치수치료를 시행한 경우 그렇지 않은 동명치에 비해 치아를 유의하게 빨리 상실하였고, 이 차이는 치수절제술에서 평균

9.7개월로 나타났다. 또한 치근단 염증을 보이는 경우, 치수치료에도 불구하고 염증으로 인해 발치할 확률이 증가했는데 이는 치관부를 주로 기성금속관으로 수복한 유구치보다는 레진, RMGI로 수복한 유전치에서 크게 나타났다.

성공적인 유치의 치수치료를 위해서는 먼저 치수에 대한 정확한 진단이 이루어지는 것이 중요하다. 진단된 치수 상태와 환자의 치열 발육 정도, 병력, 협조도 등 여러 고려사항에 따라 치료 방법을 선택하게 되는데, 이번 연구 결과를 치수치료 후 치아의 유지 기간 및 계승 영구치 맹출을 예상하는 데 객관적이고 유용한 판단기준으로 활용할 수 있을 것이다.

## Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

## References

- Jung SH : A study on trends of dental caries disparities according to household income level of children and adolescents using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J Korean Acad Oral Health*, 46:56-62, 2022.
- Kratunova E, Silva D : Pulp therapy for primary and immature permanent teeth: an overview. *Gen Dent*, 66:30-38, 2018.
- Smaïl-Faugeron V, Glenny AM, Courson F, Durieux P, Muller-Bolla M, Chabouis HF : Pulp treatment for extensive decay in primary teeth. *Cochrane Database Syst Rev*, 5:CD003220, 2018.
- Coll JA, Dhar V, Vargas K, Chen CY, Crystal YO, AlShamali S, Marghalani AA : Use of non-vital pulp therapies in primary teeth. *Pediatr Dent*, 42:337-349, 2020.
- Nurko C, Ranly DM, García-Godoy F, Lakshmyya KN : Resorption of a calcium hydroxide/iodoform paste (Vitapex) in root canal therapy for primary teeth: a case report. *Pediatr Dent*, 22:517-520, 2000.
- Ozalp N, Saroğlu I, Sönmez H : Evaluation of various root canal filling materials in primary molar pulpectomies: an in vivo study. *Am J Dent*, 18:347-350, 2005.
- Moskovitz M, Tickotsky N, Ashkar H, Holan G : Degree of root resorption after root canal treatment with iodoform-containing filling material in primary molars. *Quintessence Int*, 43:361-368, 2012.
- Walia T : Pulpectomy in hyperemic pulp and accelerated root resorption in primary teeth: A review with associated case report. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 32:255-261, 2014.
- Chen X, Liu X, Zhong J : Clinical and radiographic evaluation of pulpectomy in primary teeth: a 18-months clinical randomized controlled trial. *Head Face Med*, 13:12, 2017.
- Cassol DV, Duarte ML, Pintor AVB, Barcelos R, Primo LG : Iodoform vs calcium hydroxide/zinc oxide based pastes: 12-month findings of a randomized controlled trial. *Braz Oral Res*, 33:E002, 2019.
- Dou G, Wang D, Zhang S, Ma W, Xu M, Xia B : A retrospective study on the long-term outcomes of pulpectomy and influencing factors in primary teeth. *J Dent Sci*, 17:771-779, 2022.
- Kochhar R, Richardson A : The chronology and sequence of eruption of human permanent teeth in Northern Ireland. *Int J Paediatr Dent*, 8:243-252, 1998.
- Thompson V, Craig RG, Curro FA, Green WS, Ship JA : Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: A critical review. *J Am Dent Assoc*, 139:705-712, 2008.
- Farooq NS, Coll JA, Kuwabara A, Shelton P : Success rates of formocresol pulpotomy and indirect pulp therapy in the treatment of deep dentinal caries in primary teeth. *Pediatr Dent*, 22:278-286, 2000.
- Coll JA, Sadrian R : Predicting pulpectomy success and its relationship to exfoliation and succedaneous dentition. *Pediatr Dent*, 18:57-63, 1996.
- Cancio V, de Carvalho Ferreira D, Cavalcante FS, Rosado AS, Teixeira LM, Oliveira QB, Barcelos R, Gleiser R, Santos HF, Dos Santos KRN, Primo LG : Can the *Enterococcus faecalis* identified in the root canals of primary teeth be a cause of failure of endodontic treatment? *Acta Odontol Scand*, 75:423-428, 2017.
- Siqueira JF Jr, Rôças IN : Clinical Implications and Microbiology of Bacterial Persistence after Treatment

- Procedures. *J Endod*, 34:1291-1301.E3, 2008.
18. Morabito A, Defabianis P : A SEM investigation on pulpal-periodontal connections in primary teeth. *AS-DC J Dent Child*, 59:53-57, 1992.
  19. Chen Y, Li H, Li M, Yang L, Sun Q, Chen K : Analysis of survival and factors associated with failure of primary tooth pulpectomies performed under general anaesthesia in children from South China. *Int J Paediatr Dent*, 30:225-233, 2020.
  20. Brustolin JP, Mariath AA, Ardenghi TM, Casagrande L : Survival and Factors Associated with Failure of Pulpectomies Performed in Primary Teeth by Dental Students. *Braz Dent J*, 28:121-128, 2017.
  21. Seale NS : Stainless steel crowns improve success rate of root canal treatment in primary teeth. *J Evid Based Dent Pract*, 5:205-206, 2005.
  22. Primosch RE, Glomb TA, Jerrell RG : Primary tooth pulp therapy as taught in predoctoral pediatric dental programs in the United States. *Pediatr Dent*, 19:118-122, 1997.
  23. Mortazavi M, Mesbahi M : Comparison of zinc oxide and eugenol, and Vitapex for root canal treatment of necrotic primary teeth. *Int J Paediatr Dent*, 14:417-424, 2004.
  24. Jun S, Kim JB, Yoo SH : Effect of Calcium Hydroxide on the Microhardness of Root Dentin of Primary Tooth. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 40:177-184, 2013.
  25. Doyon GE, Dumsha T, von Fraunhofer JA : Fracture resistance of human root dentin exposed to intracanal calcium hydroxide. *J Endod*, 31:895-897, 2005.
  26. 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.
  27. Pedersen J, Stensgaard K, Melsen B : Prevalence of malocclusion in relation to premature loss of primary teeth. *Community Dent Oral Epidemiol*, 6:204-209, 1978.
  28. Miyamoto W, Chung CS, Yee PK : Effect of premature loss of deciduous canines and molars on malocclusion of the permanent dentition. *J Dent Res*, 55:584-590, 1976.
  29. Dean JA : McDonald and Avery's dentistry for the child and adolescent, 11th ed. Elsevier Health Sciences, St. Louis, 2021.
  30. Brothwell DJ : Guidelines on the use of space maintainers following premature loss of primary teeth. *J Can Dent Assoc*, 63:753, 757-760, 764, 1997.
  31. Czecholinski JA, Kahl B, Schwarze CW : Early deciduous tooth loss - the mature or immature eruption of their permanent successors. *Fortschr Kieferorthop*, 55:54-60, 1994.
  32. Singh P, Jha M : Rootless and prematurely erupted tooth: A case report. *J Family Med Prim Care*, 9:1741-1743, 2020.
  33. Hwang JW, Kim SO, Choi HJ, Son HK, Lee JH : Stabilization of the Early Erupted First Premolar with Fixed Appliance. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 38:62-67, 2011.
  34. Coll JA : Indirect pulp capping and primary teeth: is the primary tooth pulpotomy out of date? *J Endod*, 34(Suppl 7):S34-S39, 2008.
  35. Smail-Faugeron V, Porot A, Muller-Bolla M, Courson F : Indirect pulp capping versus pulpotomy for treating deep carious lesions approaching the pulp in primary teeth: a systematic review. *Eur J Paediatr Dent*, 17:107-112, 2016.
  36. Parisay I, Ghoddusi J, Forghani M : A review on vital pulp therapy in primary teeth. *Iran Endod J*, 10:6-15, 2015.
  37. Jabarifar SE, Khademi AA, Ghasemi D : Success rate of formocresol pulpotomy versus mineral trioxide aggregate in human primary molar tooth. *J Res Med Sci*, 6:304-307, 2004.
  38. Aeinehchi M, Dadvand S, Fayazi S, Bayat-Movahed S : Randomized controlled trial of mineral trioxide aggregate and formocresol for pulpotomy in primary molar teeth. *Int Endod J*, 40:261-267, 2007.
  39. Yildiz E, Tosun G : Evaluation of formocresol, calcium hydroxide, ferric sulfate, and MTA primary molar pulpotomies. *Eur J Dent*, 8:234-240, 2014.

## 유치 치수치료가 치아 탈락에 미치는 영향에 관한 후향적 연구

방세정 · 한미란 · 김종빈 · 이준행 · 김종수 · 신지선

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

이 연구의 목적은 유치 치수치료가 치아의 상실에 미친 영향과 관련 요인에 대해 후향적으로 분석하는 것이다. 연구에는 단국대학교 부속 치과병원 소아치과에 내원하여 유치 치수치료를 받은 6개월 - 12세의 환자 97명의 167개 치아가 포함되었고, 치수치료와 치아 상실에 관련된 정보가 수집되었다. 연구에 포함된 환자는 남자 56명(57.7%), 여자 41명(42.3%), 치아는 유전치 72개(43.1%), 유구치 95개(56.9%)였다. 평균 관찰기간은  $106.1 \pm 38.7$ 개월이고, 치료 시 연령은 평균 유전치  $34.8 \pm 15.4$ 개월, 유구치  $69.1 \pm 25.1$ 개월이었다. 한 악궁에서 한쪽 치아만 치수치료를 시행한 환자의 좌우측 동명치 탈락 또는 발치 시기를 비교하였을 때 치수절제술된 치아가 유의하게 빨리 상실되었다( $p < 0.05$ ). 또, 치료 전에 치근단 염증을 보이는 경우, 치수치료 후에도 염증으로 인해 발치할 확률이 유전치에서 증가했고( $p < 0.05$ , Odds Ratio = 11.04), 유구치에서는 그렇지 않았다( $p > 0.05$ ). 치수절제술이 시행된 유치는 유전치에서 평균 7.8개월, 유구치에서 평균 8.5개월 조기 탈락하였다. 유치의 조기 탈락은 공간상실과 계승 영구치의 조기 맹출로 이어질 수 있고, 이는 유치의 치수치료 및 치료계획 수립 시 판단기준으로 활용될 수 있을 것으로 보인다. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(1):24-34]

원고접수일 2022년 9월 15일  
 원고최종수정일 2022년 11월 10일  
 원고채택일 2022년 11월 14일

© 2023 대한소아치과학회  
 © 이 글은 크리에이티브 커먼즈 코리아  
 저작자표시-비영리 4.0 대한민국  
 라이선스에 따라 이용하실 수 있습니다.

교신저자 신지선

(31116) 충청남도 천안시 동남구 단대로 119 단국대학교 치과대학 소아치과학교실  
 Tel: 041-550-0223 / Fax: 041-550-0118 / E-mail: pedoshin@dankook.ac.kr