



Original Article

# Estimation of Mandibular Third Molar Development Using the Correlation in Dental Developmental Stages

Junyoung Kim, Hyuntae Kim, Teo Jeon Shin, Hong-Keun Hyun, Young-Jae Kim, Jung-Wook Kim, Ki-Taeg Jang, Ji-Soo Song  
Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University, Seoul, Republic of Korea

## Abstract

This study aims to confirm the average chronologic age according to the developmental stages of the mandibular canine (L3), first and second premolars (L4, L5), and second and third molars (L7, L8) in children and adolescents, and to confirm the developmental stage of L3, L4, L5, and L7, which can estimate the development of L8. A total of 1,956 digital panoramic radiographs of healthy individuals aged between 6 and 15 years who visited Seoul National University Dental Hospital from January 2019 to December 2020 were selected. The developmental stages of L3, L4, L5, L7, and L8 on both sides were evaluated using the dental maturity scoring system proposed by Demirjian and Goldstein. The average age at which the follicle of L8 was first observed was around  $9.34 \pm 1.35$  years and varied from 6 to 12 years. The possibility of agenesis of L8 was high when no traces of L8 were observed after the following stages: L3, L4, and L5 at the developmental stage F and L7 at the developmental stage E; the age was about 10 years. In estimating the development of L8, when only one tooth was considered, estimation accuracy with L5 was the highest, and there was no significant difference when all four teeth were included. This study showed the age distribution according to the developmental stages of L3, L4, L5, L7, and L8 in children and adolescents and confirmed the developmental stages of L3, L4, L5, and L7, which can be used to estimate the development of L8. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(4):373-384]

## ORCID

Junyoung Kim  
<https://orcid.org/0009-0007-3920-3445>  
Hyuntae Kim  
<https://orcid.org/0000-0003-2915-8584>  
Teo Jeon Shin  
<http://orcid.org/0000-0003-4499-8813>  
Hong-Keun Hyun  
<https://orcid.org/0000-0003-3478-3210>  
Young-Jae Kim  
<https://orcid.org/0000-0003-4916-6223>  
Jung-Wook Kim  
<https://orcid.org/0000-0002-9399-2197>  
Ki-Taeg Jang  
<https://orcid.org/0000-0002-4060-9713>  
Ji-Soo Song  
<https://orcid.org/0000-0002-4469-5903>

## Article history

Received June 29, 2023  
Revised August 5, 2023  
Accepted August 10, 2023

© 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.

## Keywords

Mandibular third molar, Agenesis, Developmental stage, Children and adolescents

## 서론

치아의 발육은 미분화된 외배엽성 조직에서 유리되는 법랑모세포와 상아모세포로부터 시

## Corresponding author: Ji-Soo Song

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University, 101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, 03080, Republic of Korea  
Tel: +82-2-6256-3264 / Fax: +82-2-744-3599 / E-mail: pedosong@snu.ac.kr

## Funding information

This study was supported by grant no 02-2021-0137 from the Seoul National University Dental Hospital Research Fund, Seoul, Republic of Korea.

작된다. 이는 일련의 순차적이고 상호적인 생물학적 과정을 통하여 이루어지며, 특정 단계에서 환경적 또는 유전적 영향을 받는 경우 치아의 발육이 정상적으로 이루어지지 않을 수 있다[1].

가장 흔한 치아 발육 과정 중의 이상인 치아의 결손은 한 개 혹은 여러 개의 치아에서 나타날 수 있다[2]. 특히 제3대구치의 결손은 오랫동안 유전적 요인으로 인하여 발생하는 것으로 여겨져 왔으나, 성장 지연, 발달장애, 악궁의 가용 공간 부족 등의 원인에 의해서도 발생할 수 있다[3-7]. 또한, 제3대구치는 모든 치아들 중에서 가장 늦게 발달하고 맹출하는 치아이기 때문에 환경적 요인에 민감하게 반응하는 것으로 여겨지고 있다[5]. 제3대구치의 결손은 인종에 따라 그 비율이 매우 다양한데 그 중에서도 아시아인에서 가장 많이 나타나며 하나 이상의 제3대구치에서 결손을 보이는 비율은 26.1 - 33.5%로 알려져 있다. 또한, 남자보다는 여자에서, 하악보다는 상악에서 보다 빈번한 것으로 보고되었다[8].

소아청소년 환자에서 제3대구치의 발생 유무에 따라 치과 치료 계획이 달라질 수 있다[9,10]. 따라서 제3대구치의 발육 시기를 확인하기 위하여 여러 연구들이 이루어져 왔으며, 파노라마 방사선 사진을 이용하여 제3대구치가 발육을 개시하는 연대기적 연령을 확인한 결과, 제3대구치의 발육 시기는 만 6 - 15세 정도로 다양하게 보고되었다[9-16]. 대한민국에서 제3대구치의 발육 시기를 분석한 연구들에 따르면, 제3대구치는 평균적으로 만 7 - 8세 정도에 처음 발육하는 것으로 알려져 있다[17-19].

제3대구치의 초기 발육 단계에서의 연대기적 연령은 인종 및 환경에 따라 많은 차이를 보인다. 또한, 치아의 결손이 있는 환자는 치아의 결손이 없는 환자에 비하여 전반적인 치아의 발육이 지연되는 것으로 알려져 있다[9,20-23]. 따라서 제3대구치의 결손 여부를 연대기적 연령만을 기준으로 평가하는 것은 한계가 있다.

따라서 이번 연구는 서울대학교치과병원에 내원한 만 6세부터 15세 환자의 파노라마 방사선 사진을 이용하여 소아청소년에서 하악 제3대구치의 초기 발육 단계에서 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 치아 발육 단계별 연대기적 연령을 확인하고자 하였다. 또한 제3대구치의 치아 발육 단계와 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 치아 발육 단계의 비교를 통하여 상관관계를 확인하고 하악 제3대구치의 발육 여부를 평가할 수 있는 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 특정 발육 단계를 확인하는 것을 목적으로 하였다.

## 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

이 후향적 연구는 서울대학교 치의학대학원 연구윤리심의 위원회의 승인 하에 수행되었다(IRB No: S-D20210002). 2019년 1월부터 2020년 12월까지 서울대학교치과병원 소아치과에서 파노라마 방사선 영상을 촬영한 만 6세 이상 15세 이하의 대한민국 소아청소년 중 하악 양측 제3대구치를 포함한 모든 영구치의 치배가 존재하고 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 치근 발육이 모두 완료되지 않은 환자를 대상으로 하였다.

이들 중 치아 발육에 영향을 미칠 수 있는 전신질환 및 유전질환이 있는 환자, 법랑질형성부전, 상아질형성부전, 과잉치, 선천적 결손과 같은 치아 발육 장애가 있는 환자, 낭종과 같은 구강내 병소가 있는 경우, 매복치와 같은 영구치 맹출 장애가 있는 환자들은 배제하였다. 상기 기준에 부합하는 환자들이 본원에서 촬영한 일련의 파노라마 방사선 사진들을 모두 포함하였다.

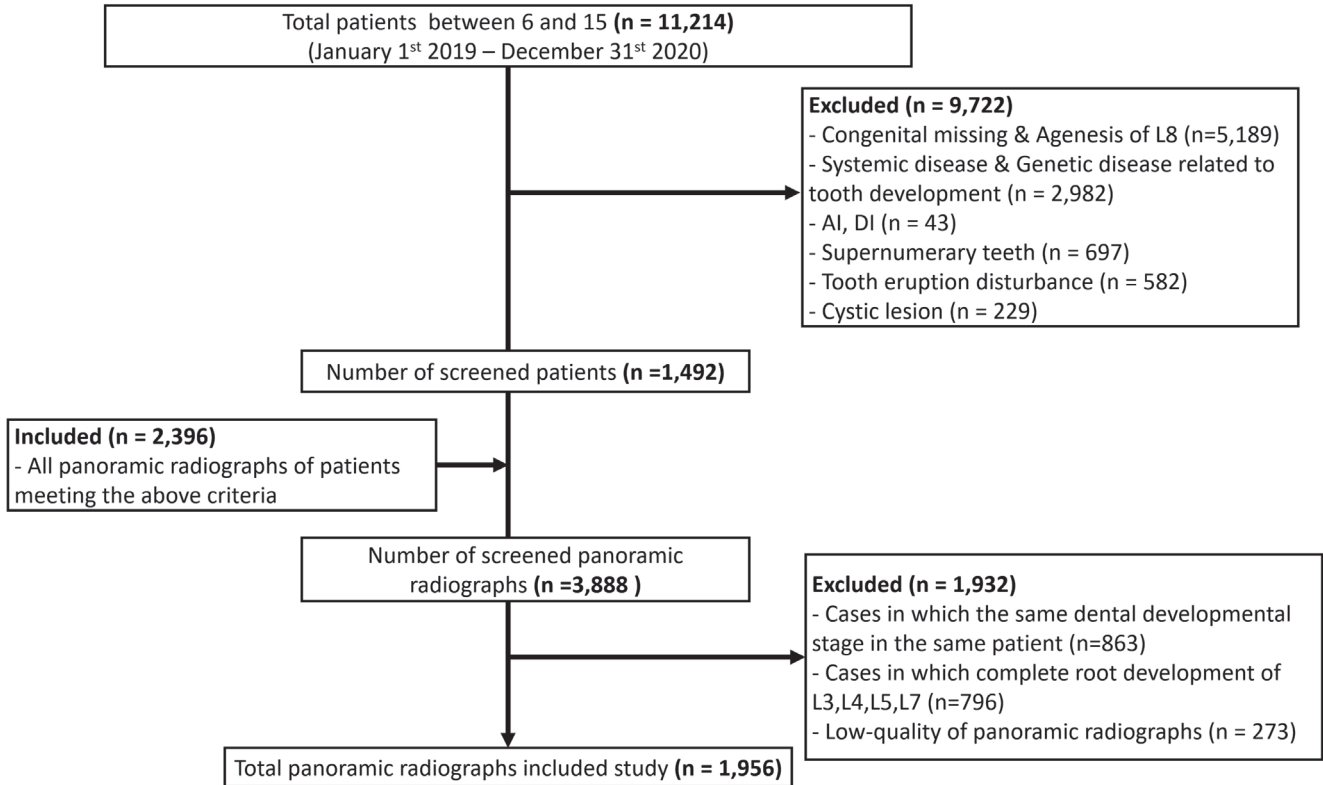
또한, 평가 대상이 되는 치아들이 각도 이상을 보이거나 영상의 질이 낮아 치아 발육 단계를 판단하기 어려운 파노라마 방사선 사진들은 제외하였다. 이 때, 서로 다른 치아 발육 단계를 보이는 영상만을 포함하였고, 치아 발육 단계가 같은 경우 연령을 보수적으로 측정하기 위하여 나중에 촬영한 영상을 선택하였다(Fig. 1).

최종적으로 연구 대상에 포함된 환자 수는 926명이었고 그 중 남자는 458명(49.5%), 여자는 468명(50.5%)이었다. 또한, 총 파노라마 영상의 수는 1,956장이었고 그 중 남자에서는 989장(50.6%), 여자에서는 967장(49.4%)이었다. 한 환자 당 포함된 파노라마 영상의 수는 평균 2.11개였으며 연구 대상에 포함된 방사선 사진 상의 환자의 연령 분포는 Table 1과 같다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 치아 발육 단계 평가

연구에 포함된 파노라마 방사선 사진 상에서 하악 양측 견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 치아 발육 단계를 평가하였다. 모든 치아의 발육 단계는 Demirjian과 Goldstein[24]이 제시한 평가 방법을 사용하였으며, 석회화가 시작되기 전의 치배 단계인 0단계부터 치근단이 폐쇄되는 H단계까지 총 9단계로 나누



**Fig. 1.** Flow chart for screening panoramic radiographs.

AI: Amelogenesis imperfecta; DI: Dentinogenesis imperfecta; L3: mandibular canines; L4: mandibular first premolars; L5: mandibular second premolars; L7: mandibular second molars; L8: mandibular third molars.

**Table 1.** Distribution of digital panoramic radiographs by gender and chronological age

Age (Y)	Male	Female (N)	Total
6	2	1	3
7	29	23	52
8	102	95	197
9	183	141	324
10	208	193	401
11	163	181	344
12	148	172	320
13	95	102	197
14	43	48	91
15	16	11	27
Total	989	967	1956










어 평가하였다(Table 2).

연구자 간의 측정 오류를 최소화하기 위하여 모든 방사선 사진의 판독은 한 명의 치과 의사에 의하여 시행되었다. 연구 대상 중 무작위로 선정된 100개의 파노라마 방사선 사진에 대한 판독을 2주 간격으로 반복하여 연구자 내 신뢰성을 평가하였다. Weighted Cohen’s kappa를 이용하여 각 치아의 발육 단계에 대한 신뢰도를 평가한 결과, 관찰자 내 일치도는 0.951 ( $p < 0.0001$ )로 높은 신뢰도를 보였다.

2) 통계 분석

한 환자에서 좌우 치아들의 발육 단계에서 차이가 있는지 확인하기 위하여 Wilcoxon signed-rank test를 이용하였으며, 견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 치아 발육 단계별 환자의 평균 연령 및 표준편차를 확인하였다. 또한 제3대구치의 발육 단계와 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계와의 연관성 여부를 Spearman correlation analysis로 평가하였다. 각 치

**Table 2.** Dental maturity scoring system proposed by Demirjian and Goldstein[24]

Stages	Schematic image	Description
0		Radiolucent bud with no calcification.
A		Calcification of single occlusal points without fusion of occlusal points.
B		The fusion of calcified points and the contour of the occlusal surface are recognizable.
C		Enamel formation has been completed on the occlusal surface, and dentine formation has commenced. The pulp chamber is curved, and no pulp horns are visible.
D		Crown formation has been completed to the level of the cementoenamel junction. Root formation has commenced. The pulp horn is observed.
E		The root length remains shorter than the crown height. The walls of the pulp chamber are straight. In molars, the radicular bifurcation has commenced to calcify.
F		The root length is equal to or greater than the crown height. In molars, the bifurcation has developed sufficiently to give the roots a distinct shape.
G		The walls of the root canal are now parallel, but the apical one is still partially open. In molars, only the distal root is rated.
H		The root apex is completely closed (distal root in molars). The periodontal membranes of uniform thickness surrounded the root and the apex.

아의 발육 단계를 수치화하여 0 - H 단계를 0 - 8로 점수화한 후 제3대구치의 초기 발육 단계별 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계의 중위수 및 IQR (Interquartile range)을 확인하였다. 마지막으로 제3대구치가 처음 관찰되는 시기와 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계를 비교하여 제3대구치의 결손의 가능성을 예측할 수 있는 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계를 확인하였다. 통계 분석은 IBM SPSS Statistics for Windows, version 25 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 시행하였다.

### 연구 성적

한 환자에서 대응되는 좌우 치아들의 발육 수준의 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다( $p > 0.05$ ). 또한 한 환자의 좌우 치아들을 별도의 2개의 표본으로 간주하여 얻은 결과값은 좌측 치아만을 이용하여 얻은 결과값과 차이가 없었으며, 보다 많은 표본에서 치아의 발육 단계별 상관관계를 알아보기 위하여 한 환자의 좌우 치아들을 별도의 2개의 표본으로 간주하여 분석하였다.

**1. 연구대상 치아의 발육 단계에 따른 연령분포**

견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 각 발육 단계에 해당하는 평균 연령과 표준 편차는 Table 3과 같다. 발육 단계 중 치근 발육이 완성된 H단계는 제외하였다. 제3대구치가 발육을 개시하는 0단계에서의 평균 연령은  $9.34 \pm 1.35$ 세였으며, 가장 늦은 경우 12.8세에 제3대구치가 0단계를 보였다.

**2. 제3대구치의 치아 발육 단계와 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 치아 발육 단계와의 비교**

제3대구치의 발육 단계와 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계 사이의 상관 관계를 측정한 결과, Spearman 상관계수가 견치는 0.674, 제1소구치는 0.700, 제2소구치는 0.706, 제2대구치는 0.744로 나타났다(Table 4,  $p < 0.0001$ ).

제3대구치의 초기 발육 단계인 0단계와 A단계에서 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계의 분포는 Fig. 2와 같다. 제3대구치의 치배가 처음 관찰되는 시기인 0단계와 석회화가 시작되는 A단계에서 견치, 제1소구치, 제2소구치에서는 모두 F 단계가 가장 많은 것으로 나타났으며 제2대구치에서는 각각 D,

E단계가 가장 많은 것으로 나타났다. 또한 제3대구치가 0단계 및 A단계일 때 견치, 제1, 2소구치의 중위수로 나타난 단계는 F 단계였으며, 제2대구치의 중위수로 나타난 단계는 E단계였다. IQR을 나타내는 단계는 견치에서는 제3대구치가 0단계 및 A 단계일 때 F - G 단계를 나타냈으며 제1, 2소구치에서는 제3대구치가 0단계일 때 E - F, A단계에서 F - F로 나타나 F 단계가 차지하는 비율이 많은 것으로 나타났다. 마지막으로 제2대구치에서는 제3대구치의 두 발육 단계에서 각각 D - E 단계, E - F 단계였다(Table 5).

제3대구치가 처음 관찰되는 0단계에서 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 치아 발육 단계를 누적하여 확인하였고 이를 토대로 각 치아들의 특정 발육 단계에서의 제3대구치 발육 여부를 알아보고자 하였다(Table 6). 견치, 제1, 2소구치의 발육 단계가 F 단계, 제2대구치의 발육 단계가 E 단계 일 때, 제3대구치가 0 단계를 보이는 비율은 각 치아들이 이전 발육 단계일 때 보다 크게 증가하였다. 이러한 조건을 만족하지 않은 경우는 500건 중에 33건(6.6%)이었다.

견치, 제1, 2소구치, 제2대구치 중 하나의 치아만을 고려하였을 때, 추정 부합도가 가장 높은 한 개의 치아는 제2소구치였으며, 제2소구치가 F 단계 이후에서 제3대구치가 초기 발육 단계

**Table 3.** Chronological age for developmental stages of mandibular canines, first and second premolars, and second and third molars

Demirjian stage	L3		L4		L5		L7		L8	
	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD	N	Mean ± SD
0	0	-	0	-	0	-	0	-	500	9.34 ± 1.35
A	0	-	0	-	0	-	0	-	875	9.90 ± 1.28
B	0	-	0	-	0	-	0	-	861	10.92 ± 1.31
C	0	-	2	6.96 ± 0.00	2	6.96 ± 0.00	10	7.69 ± 1.12	1356	12.12 ± 1.29
D	4	7.47 ± 0.59	13	7.58 ± 0.84	46	8.21 ± 1.17	357	8.65 ± 0.87	276	13.32 ± 1.24
E	73	7.90 ± 0.62	238	8.45 ± 0.79	396	8.82 ± 0.87	960	9.71 ± 0.96	44	14.55 ± 1.23
F	1061	9.41 ± 0.98	1277	9.80 ± 1.01	1628	10.26 ± 1.13	1466	11.25 ± 1.11	0	-
G	1323	10.95 ± 1.12	1228	11.34 ± 1.12	1212	12.01 ± 1.23	1094	12.98 ± 1.21	0	-

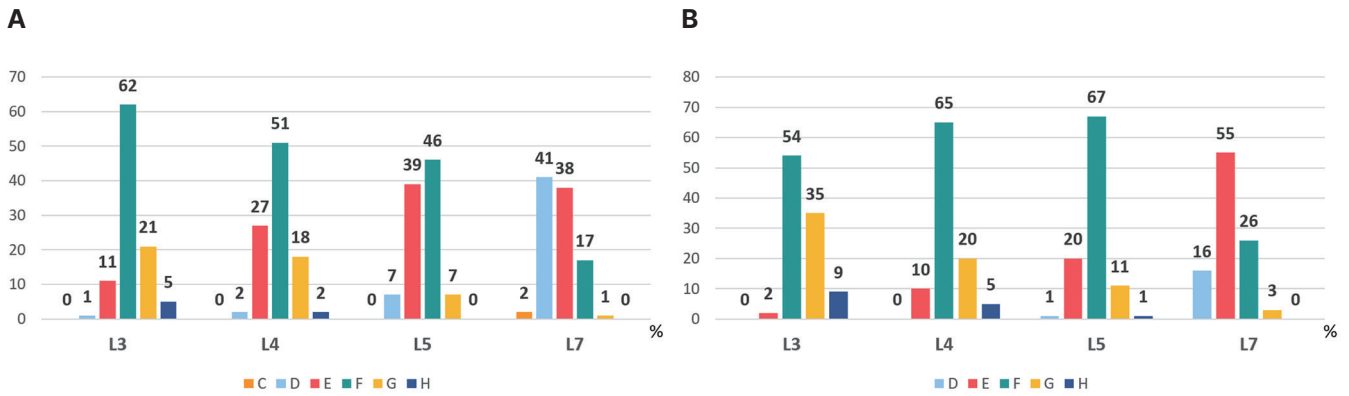
L3: mandibular canines; L4: mandibular first premolars; L5: mandibular second premolars; L7: mandibular second molars; L8: mandibular third molars.

**Table 4.** Correlation coefficients between the mandibular third molars and mandibular canines, first premolars, second premolars, and second molars

	L3	L4	L5	L7
L8	0.674*	0.700*	0.706*	0.744*

\* $p$  value < 0.0001.

L3: mandibular canines; L4: mandibular first premolars; L5: mandibular second premolars; L7: mandibular second molars; L8: mandibular third molars.  $p$  values from Spearman correlation test.



**Fig. 2.** (A) The developmental stages of mandibular canines, first premolars, second premolars, and second molars when mandibular third molars are at stage 0. (B) The developmental stages of mandibular canines, first premolars, second premolars, and second molars when the mandibular third molars are at stage A. L3: mandibular canines; L4: mandibular first premolars; L5: mandibular second premolars; L7: mandibular second molars.

**Table 5.** The median and IQR of the developmental stages of mandibular canines, first premolars, second premolars, and second molars when mandibular third molars are at stages 0 and A (Unit: median (IQR; range))

Demirjian stage	L3		L4		L5		L7	
	L8 in stage 0 (N)	L8 in stage A (N)	L8 in stage 0 (N)	L8 in stage A (N)	L8 in stage 0 (N)	L8 in stage A (N)	L8 in stage 0 (N)	L8 in stage A (N)
Total	500	875	500	875	500	875	500	875
Median (IQR; range)	6 (6 - 7)	6 (6 - 7)	6 (5 - 6)	6 (6 - 6)	6 (5 - 6)	6 (6 - 6)	5 (4 - 5)	5 (5 - 6)

The number "0" indicates that calcification of third molars is not observed, whereas numbers 1 - 8 mean Demirjian stages A - H, respectively. L3: mandibular canines; L4: mandibular first premolars; L5: mandibular second premolars; L7: mandibular second molars; L8: mandibular third molars.

**Table 6.** The proportion of mandibular third molars according to the developmental stages of the mandibular canines, first premolars, second premolars, and second molars

Developmental stages	P3	P4	P5	P7
C		0.00	0.00	0.02
D	0.01	0.03	0.07	0.43
E	0.12	0.30	0.47	0.82 <sup>†</sup>
F	0.74 <sup>†</sup>	0.81 <sup>†</sup>	0.93 <sup>†</sup>	0.99
G	0.95	0.98	1.00	1.00
H	1.00	1.00	1.00	

P3, P4, P5, and P7: The proportion of the mandibular third molars according to the developmental stages of the mandibular canines, first and second premolars, and second molars, respectively.

<sup>†</sup>Threshold at which the proportion of mandibular third molars increases sharply.

를 나타내는 비율이 500건 중 36건(7.2%)으로 가장 낮았다. 그 다음으로 높은 추정 부합도를 보인 치아는 제2대구치였으며, 제2대구치의 E단계 이후에서 제3대구치가 초기 발육 단계를 보이는 비율은 500건 중에서 92건(18.4%)이었다.

### 총괄 및 고찰

소아 청소년 환자에서 전체적인 치료 계획을 수립할 때, 제3대구치의 발생 유무와 발육 시기를 아는 것은 매우 중요하다. 예를 들어 제1, 2대구치에 심한 치아우식증이나 구치-전치 저 석회화증(molar-incisor hypomineralization)이 관찰되거나, 유착과 같은 맹출 장애가 발생하는 경우, 혹은 구치 치근-전치 형성부전(molar-root incisor malformation)에서와 같이 구치부 치근 형성 장애가 나타나는 경우, 제3대구치의 발생 유무에 따라서 치료 계획이 달라질 수 있다[9,10,25,26]. 또한 눈

란의 여지는 있으나, 제3대구치가 존재할 경우 하악 전치부의 충생을 유발할 수 있다는 보고들이 있어 포괄적인 교정 치료를 계획할 때에도 제3대구치의 발생 유무를 아는 것이 필요하다[27,28]. 제3대구치의 발생 유무를 확인하기 위해 제3대구치가 처음 관찰되는 연대기적 연령을 조사한 연구들이 이루어져 왔다[11-16]. 하지만 그 연령은 인종 및 환경에 따라 최대 8년 정도의 차이를 보일 수 있으며[12], 치아 결손이 있는 소아청소년의 경우에는 치아 발육이 전반적으로 지연된다는 것이 알려져 있어[20,21], 연대기적 연령만으로 제3대구치의 발육 시기를 추정하는 것은 한계가 있다[29].

치아 발육에 대한 기존의 연구들은 치아 발육 단계를 평가하기 위하여 다양한 치아 발육 단계 평가 방법을 사용하였다[12,29-32]. 그 중에서 Demirjian과 Goldstein[24]이 제안한 방법은 치관 또는 치근의 길이를 측정하지 않고, 치아 구조의 형태 변화를 기준으로 치아의 발육 단계를 평가하기 때문에 비교적 간단하고 객관성이 높은 것으로 알려져 있다[31]. 관찰자 내 일치도를 높이기 위하여 분류 단계가 적은 방법을 사용해야 한다는 주장도 있으나 Olze 등[33]과 Dhanjan 등[34]은 제3대구치의 석회화를 평가하기 위한 여러가지 방법들 중 Demirjian이 제안한 방법이 가장 신뢰성이 높다고 보고하였다. 따라서 이 연구에서는 치아의 발육 단계를 평가하기 위해 Demirjian과 Goldstein[24]이 제안한 방법을 이용하였고, 매우 우수한 관찰자 내 일치도를 보였다.

이 연구에서는 파노라마 사진을 이용하여 15세 이하의 환자를 대상으로 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 발육 단계를 조사하였다. 치아의 발육이 진행되어 Demirjian의 H단계에 도달하면 연령이 증가해도 변화가 발생하지 않으며 어느 시점에서 치근이 완성되었는지를 확인할 수 없으므로, H단계는 평균 연령 분석에서 생략되었다. 1 - 20세 한국인의 2706개의 파노라마 방사선 사진을 이용하여 제3대구치를 제외한 모든 영구치의 석회화를 조사한 Lee 등[35]의 연구에서, 하악 제2대구치의 G단계 평균 연령은 14세였고, 15세는 하악 제2대구치 G단계의 75 - 90%의 백분위 수에 해당하였다. 이에 근거하여 본 연구에서는 15세를 연령의 상한으로 설정하였다. 실제로 본 연구의 대상자들은 15세 이상에서는 견치, 제1, 2소구치의 발육이 대부분 완료되어 치아별 발육 단계의 비교에 큰 의미가 없었으며, 가장 늦게 발육이 진행되는 하악 제2대구치의 경우 G단계에 도달하였을 때의 평균 연령이  $12.98 \pm 1.21$ 이었다.

한편, 한국인을 대상으로 한 기존 연구들에서 처음 제3대구

치의 발육이 관찰되는 연령은 평균 7 - 8.5세로 다양하게 보고되었다[17-19]. 또한 같은 몽골계에 속하는 중국인을 대상으로 한 연구에서 제3대구치가 평균 7.7세에 처음 발견됨을 보고하였다[16]. 제3대구치의 석회화 정도를 조사한 Zandi 등[36]과 Jung과 Cho[18]의 연구에서는 조사 대상자의 최소 연령을 각각 5세와 6세로 설정하였고 제3대구치 치배가 처음 관찰될 시기를 각각 평균 9.2세와 8.7세로 보고하였다. 따라서 이 연구에서도 최소 연령을 6세로 설정하였다. 실제로 연구 대상자 중 6 - 7세에서 제3대구치의 치배가 처음 관찰된 대상자가 3명 있었으며, 그 이하의 연령에서는 제3대구치의 발육이 관찰되지 않았다.

제3대구치의 발육 단계를 조사한 연구들에서 양측 제3대구치의 발육 수준의 차이는 논란의 여지가 있었다. Knell 등[32]의 연구에서는 양측 제3대구치에서 각각 26.9%, 12.8%의 발육 수준의 차이가 있음을 보고하기도 하였으나 이외의 다수의 연구들에서 좌우 발육 수준의 차이는 두드러지지 않으며 통계적으로 유의미하지 않다고 하였다[36-38]. 따라서 이 연구에서는 하악 양측의 견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 발육 단계를 모두 조사하여 양측의 대응되는 치아의 발육 단계를 비교하였으며, 좌우 치아들의 발육 수준의 차이가 통계적으로 유의미하지 않음을 확인하였다( $p > 0.05$ ). 또한 한 환자의 좌우 치아들을 별도의 2개의 표본으로 간주하여 얻은 결과값은 좌측 치아만을 이용하여 얻은 결과값과 차이가 없었기 때문에 좌우 치아들을 별도의 표본으로 간주하여 분석하였다.

제3대구치가 A, B, C, D, E단계인 경우의 평균 연령은 각각 9.9세, 10.9세, 12.1세, 13.3세, 14.6세로 측정되었다. 이 연구에서 제3대구치의 발육 단계별 표본의 수가 가장 많은 단계인 A, B, C단계에서는 Jung과 Cho[18]의 연구에서의 각 단계의 평균 연령인 10.0세, 11.7세, 13.3세 보다는 낮았고 Song 등[19]의 연구에서의 각 단계의 평균 연령인 9.3세, 10.3세, 12.0세 보다는 높았다. 본 연구는 한국인을 대상으로 한 두 연구의 평균 연령의 중간 정도의 수치를 나타냈고 향후 제3대구치의 단계별 연대기적 연령 분포에 참고 자료가 될 수 있다. 하지만 제3대구치가 D, E단계인 경우의 평균 연령은 앞서 언급한 두 연구에서 나타내는 평균 연령보다는 다소 낮았는데 이는 이 연구의 표본 수가 상대적으로 작고 연구 대상의 상한 연령이 15세였기 때문으로 설명된다.

방사선 사진에서 제3대구치의 치배가 처음 관찰되는 가장 늦은 연령은 12.8세로 확인되었다. Jung과 Cho[18]의 연구에서

는 가장 낮은 연령을 13세로 보고한 것 보다는 낮은 수치였고 Song 등[19]이 시행한 연구에서 12세로 나타난 것 보다는 높은 수치였다. 이러한 결과를 종합하였을 때 한국인에서 12 - 13세 까지도 제3대구치의 발육이 가능할 수 있을 것으로 보인다. 영구치열기의 포괄적인 교정 치료를 시작하는 시기가 평균 12세 경임을 고려하였을 때[27], 12세 이후 부정교합 및 치아 밀집에 대한 교정 치료를 계획할 경우 제3대구치의 유무를 파악하여 최적의 치료 계획을 수립할 수 있을 것이다[26].

Lee 등[35]이 한국인을 대상으로 조사한 치아 발육 단계별 평균 연령과 이번 연구에서 조사한 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 석회화 단계별 평균 연령을 비교하였을 때, C, D, E단계에서는 보다 높은 연령을 F, G단계에서는 유사한 연령을 보였다. C, D, E단계에서 상대적으로 높은 연령을 나타내는 이유는 이 연구 대상자의 포함 기준이 6세 이상이므로 해당 치아들의 6세 이전의 발육 단계는 포함하지 못하였고 표본 수 또한 적었기 때문으로 설명된다. 실제로 6 - 7세의 연령에서 각 치아의 평균 발육 단계에 해당하는 견치의 E단계, 제1, 2소구치의 D단계, 제2대구치의 C단계에서는 기존 연구에 비하여 평균 연령이 약 1년가량 높은 것으로 확인되었다. 따라서 이 연구에서 제시한 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 C, D, E단계에 있는 치아들의 평균 연령을 보다 정확히 확인하기 위해서는, 보다 많은 연구 대상자를 이용한 추가적인 연구가 필요하다.

제3대구치의 발육 단계와 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계를 비교한 Spearman 상관계수는 모두 0.7부근의 값을 보여, 제3대구치의 발육 단계와 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계는 높은 양의 상관관계를 보였다. 이는 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치가 절치, 제1대구치와 비교 시 다소 늦은 시기에 치아 발육이 시작되며 발육하는 시기가 비교적 유사하기 때문이다[39]. 또한 한국에서 시행된 Song 등[23]의 연구에서는 하악 제2소구치의 치아 발육 단계가 하악 제1소구치, 견치, 제2대구치의 치아 발육 단계와 높은 상관관계가 있음을 보고하였으며, Lee 등[31]은 연대기적 연령과 제2대구치, 제3대구치의 발육 단계가 높은 상관관계가 있음을 보고하였다. 이 연구는 기존 연구와는 달리 제3대구치와 앞서 언급한 나머지 치아들의 발육 단계의 상관관계를 분석했다는 점에서 의의가 있다. 비교 대상이 된 치아들 모두 제3대구치와 높은 상관관계를 보였으며 상관계수는 제2대구치, 제2소구치, 제1소구치, 견치의 순서로 높게 나타났다. 이는 하악 치열에서 치아 발육 단계의 순서와 일치하며 제2대구치가 제3대구치와 가장 높은 상관계수를

보인 이유는 비교 대상이 되는 다른 치아들에 비하여 가장 늦게 발육하기 때문으로 설명된다.

제3대구치의 초기 발육 단계에서 견치, 제1, 2소구치에서는 F단계가, 제2대구치에서는 D, E단계가 많은 것으로 나타났다. 특히 제3대구치가 처음 관찰되는 0단계에서 중위수는 견치, 제1, 2소구치에서 6으로 F단계, 제2대구치에서는 5로 E단계였다. 제3대구치가 0단계일 때 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 치아 발육 단계를 누적하여 확인해 본 결과, 해당 단계에서 이전 발육 단계와 비교 시 그 비율이 급격히 상승하였다. 따라서 견치, 제1, 2소구치의 발육 단계가 F단계, 제2대구치의 발육 단계가 E단계 이후에도, 제3대구치가 관찰되지 않으면 제3대구치의 결손 가능성이 높다고 추정할 수 있으며, 이러한 상황에서의 평균 연령은 9.41 - 10.26세였다. 이러한 조건을 만족하지 않는 경우는 500건 중에 33건으로, 93.4%의 증례에서 이러한 추정이 부합하였다. 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계를 각각 한 단계씩 낮추어 견치, 제1, 2소구치가 E단계, 제2대구치의 발육 단계가 D단계 이후로 가정을 바꾸는 경우, 제3대구치가 초기 발육 단계를 나타내는 증례의 비율은 54.0%로 감소하였으며, 이 때의 평균 연령은 7.90 - 8.82세였다. 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치 중 하나의 치아만을 제3대구치의 결손의 추정에 사용하였을 때, 추정에 사용되는 치아 중 추정의 부합 정도가 가장 높은 한 개의 치아는 제2소구치였으며, 제2소구치가 F단계일 때를 기준으로 한 경우의 추정 부합도는 92.8%로 4개 치아 전부를 포함한 경우와 큰 차이가 없었다. 그 다음으로 높은 추정 부합도를 보인 치아는 제2대구치였으며, 제2대구치가 E단계일 때를 기준으로 한 경우의 추정 부합도는 81.6%이었다. 제3대구치와의 상관계수가 제2대구치에서 가장 높았지만 제2소구치에서 가장 높은 추정 부합도를 보인 이유는 제3대구치가 처음 관찰될 때 견치, 제1소구치, 제2대구치보다 제2소구치에서 특정 단계의 비율의 분포가 높았기 때문이다.

이 연구는 후향적 분석으로 조사 대상이 특정 기간 내에 서울대학교치과병원에 내원한 환자에 국한되어 연구 집단의 편향성이 발생할 수 있어 한국인 전체를 대표하기에는 부족하다는 한계가 있었다. 또한 이번 연구는 연구의 대상을 하악 양측 제3대구치의 치배가 모두 관찰되는 환자로 제한하여 제3대구치가 결손인 환자와의 비교가 불가능하였다. 한국인의 제3대구치의 석회화 정도를 조사한 Lee 등[17]의 연구에서 하악 우측 제3대구치와 좌측 제3대구치의 결손율은 각각 18.4%, 17.8%로 보고하였으나, 본 연구 대상자에서는 하악 제3대구치의 결손이



거의 관찰되지 않았다. 이는 특정 시기의 파노라마 영상만을 포함한 것이 아니라, 한 환자 내에서 연속적으로 촬영한 파노라마 영상을 모두 스크리닝하여 늦게 발육을 개시하는 제3대구치를 모두 포함하였기 때문일 것이다. 뿐만 아니라, 이 연구에서 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치가 C, D, E단계에 있는 경우는 파노라마 영상의 수가 적어 해당 시기의 평균 연령을 보다 정확히 확인하는데 한계가 있었다. 따라서 하악 제3대구치가 결손인 경우와 비교를 진행하고, 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 각 발육 단계에서의 연령을 정확히 확인하기 위해서는, 더욱 많은 수의 대상자를 포함하는 후속 연구가 필요하다.

## 결론

이 연구를 통하여 만 6세에서 15세에 이르는 소아청소년의 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 발육 단계별 평균 연령을 확인할 수 있었다. 또한 하악 제3대구치의 발육 단계와 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계가 높은 상관관계가 있음을 확인하였다. 제3대구치가 처음 관찰되는 연대기적 연령은 약 9세로 나타났으며, 제3대구치가 방사선 사진에서 처음 관찰될 때 견치, 제1, 2소구치의 발육 단계는 F단계, 제2대구치의 치아 발육 단계는 E단계가 중위수로 나타났다. 견치, 제1, 2소구치가 F단계, 제2대구치가 E단계 이후에도 제3대구치가 관찰되지 않으면 제3대구치의 결손 확률이 높은 것으로 추정할 수 있다.

이 연구는 다소 늦은 시기에 발육하는 치아들의 상관관계를 통하여 제3대구치의 발육 여부를 추정할 수 있는 치아들의 발육 단계를 확인해보았다는 점에서 의의가 있다. 추후 제3대구치가 결손된 환자를 대상으로 한 추가적인 연구를 통해, 제3대구치의 결손을 추정할 수 있는 치아들의 발육 단계의 예측성을 높일 수 있다.

## Acknowledgments

This study was supported by grant no 02-2021-0137 from the Seoul National University Dental Hospital Research Fund, Seoul, Republic of Korea.

## Conflict of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

## References

1. Bei M : Molecular genetics of tooth development. *Curr Opin Genet Dev*, 19:504-510, 2009.
2. Azzaldeen A, Watted N, Mai A, Borbély P, Abu-Hussein M : Tooth agenesis; aetiological factors. *J Dent Med Sci*, 16:75-85, 2017.
3. Garn SM, Lewis AB : The relationship between third molar agenesis and reduction in tooth number. *Angle Orthod*, 32:14-18, 1962.
4. Vastardis H : The genetics of human tooth agenesis: new discoveries for understanding dental anomalies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 117:650-656, 2000.
5. Shapira J, Chaushu S, Becker A : Prevalence of tooth transposition, third molar agenesis, and maxillary canine impaction in individuals with Down syndrome. *Angle Orthod*, 70:290-296, 2000.
6. De Castro JMB : Third molar agenesis in human prehistoric populations of the Canary Islands. *Am J Phys Anthropol*, 79:207-215, 1989.
7. Kajii TS, Sato Y, Kajii S, Sugawara Y, Iida J : Agnesis of third molar germs depends on sagittal maxillary jaw dimensions in orthodontic patients in Japan. *Angle Orthod*, 74:337-342, 2004.
8. Carter K, Worthington S : Morphologic and demographic predictors of third molar agenesis: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*, 94:886-894, 2015.
9. Barka G, Marathiotis K, Protogerakis M, Zafeiriadis A : Radiographic evaluation of third molar genesis in Greek orthodontic patients. *Int J Gen Med*, 6:747-755, 2013.
10. Kajii T, Imai T, Kajii S, Iida J : Presence of third molar germs in orthodontic patients in Japan. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 119:245-250, 2001.
11. Gorgani N, Sullivan RE, DuBois L : A radiographic in-

- vestigation of third-molar development. *ASDC J Dent Child*, 57:106-110, 1990.
12. Bolaños MV, Moussa H, Manrique MC, Bolaños MJ : Radiographic evaluation of third molar development in Spanish children and young people. *Forensic Sci Int*, 133:212-219, 2003.
  13. Orhan K, Ozer L, Orhan AI, Dogan S, Paksoy CS : Radiographic evaluation of third molar development in relation to chronological age among Turkish children and youth. *Forensic Sci Int*, 165:46-51, 2007.
  14. Olze A, Taniguchi M, Schmeling A, Zhu BL, Yamada Y, Maeda H, Geserick G : Comparative study on the chronology of third molar mineralization in a Japanese and a German population. *Leg Med*, 5(Suppl 1):S256-S260, 2003.
  15. Olze A, Van Niekerk P, Schmidt S, Wernecke KD, Rösing FW, Geserick G, Schmeling A : Studies on the progress of third-molar mineralisation in a Black African population. *Homo*, 57:209-217, 2006.
  16. Li G, Ren J, Zhao S, Liu Y, Li N, Wu W, Yuan S, Wang H : Dental age estimation from the developmental stage of the third molars in western Chinese population. *Forensic Sci Int*, 219:158-164, 2012.
  17. Lee SH, Lee JY, Park HK, Kim YK : Development of third molars in Korean juveniles and adolescents. *Forensic Sci Int*, 188:107-111, 2009.
  18. Jung YH, Cho BH : Radiographic evaluation of third molar development in 6-to 24-year-olds. *Imaging Sci Dent*, 44:185-191, 2014.
  19. Song MS, Kang CM, Song JS, Choi HJ, Kim SO : Correlation of Left Mandibular Third Molar Development and Chronological Age. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 49:35-44, 2022.
  20. Al-Ani AH, Antoun JS, Thomson WM, Merriman TR, Farella M : Hypodontia: an update on its etiology, classification, and clinical management. *Biomed Res Int*, 2017:9378325, 2017.
  21. Daugaard S, Christensen IJ, Kjaer I : Delayed dental maturity in dentitions with agenesis of mandibular second premolars. *Orthod Craniofac Res*, 13:191-196, 2010.
  22. Navarro J, Cavaller M, Luque E, Tobella ML, Rivera A : Dental anomaly pattern (DAP): agenesis of mandibular second premolar, distal angulation of its antimere and delayed tooth formation. *Angle Orthod*, 84:24-29, 2014.
  23. Song JS, Shin TJ, Kim YJ, Kim JW, Jang KT, Lee SH, Hyun HK : Prediction of agenesis of the mandibular second premolar using the developmental stages of the mandibular canine, first premolar, and second molar. *Arch Oral Biol*, 87:110-114, 2018.
  24. Demirjian A, Goldstein H : New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*, 3:411-421, 1976.
  25. Halicioglu K, Toptas O, Akkas I, Celikoglu M : Permanent first molar extraction in adolescents and young adults and its effect on the development of third molar. *Clin Oral Investig*, 18:1489-1494, 2014.
  26. Cobourne MT, Williams A, Harrison M : National clinical guidelines for the extraction of first permanent molars in children. *Br Dent J*, 217:643-648, 2014.
  27. Richardson M : Late third molar genesis: its significance in orthodontic treatment. *Angle Orthod*, 50:121-128, 1980.
  28. Almpanti K, Kolokitha OE : Role of third molars in orthodontics. *World J Clin Cases*, 3:132-140, 2015.
  29. Jayaraman J, Wong HM, King NM, Roberts GJ : The French-Canadian data set of Demirjian for dental age estimation: a systematic review and meta-analysis. *J Forensic Leg Med*, 20:373-381, 2013.
  30. Alkandiri F, Karimi A, Draft D, Lucas VS, Roberts G : Dental Age Estimation: A comparison of three methods of estimating dental age in a population of Kuwaiti children and adolescents. *Forensic Sci Int Rep*, 3:100214, 2021.
  31. Lee SS, Byun YS, Park MJ, Choi JH, Yoon CL, Shin KJ : The chronology of second and third molar development in Koreans and its application to forensic age estimation. *Int J Legal Med*, 124:659-665, 2010.
  32. Knell B, Ruhstaller P, Prieels F, Schmeling A : Dental age diagnostics by means of radiographical evaluation of the growth stages of lower wisdom teeth. *Int J Legal Med*, 123:465-469, 2009.
  33. Olze A, Taniguchi M, Schmeling A, Zhu BL, Yamada

- Y, Maeda H, Geserick G : Studies on the chronology of third molar mineralization in a Japanese population. *Leg Med*, 6:73-79, 2004.
34. Dhanjal KS, Bhardwaj MK, Liversidge HM : Reproducibility of radiographic stage assessment of third molars. *Forensic Sci Int*, 159(Suppl 1):S74-S77, 2006.
35. Lee SE, Lee SH, Lee JY, Park HK, Kim YK : Age estimation of Korean children based on dental maturity. *Forensic Sci Int*, 178:125-131, 2008.
36. Zandi M, Shokri A, Malekzadeh H, Amini P, Shafiey P : Evaluation of third molar development and its relation to chronological age: a panoramic radiographic study. *Oral Maxillofac Surg*, 19:183-189, 2015.
37. Willershausen B, Löffler N, Schulze R : Analysis of 1202 orthopantograms to evaluate the potential of forensic age determination based on third molar developmental stages. *Eur J Med Res*, 6:377-384, 2001.
38. Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke KD, Geserick G : Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *Int J Legal Med*, 118:170-173, 2004.
39. Logan WH, Kronfeld R : Development of the human jaws and surrounding structures from birth to the age of fifteen years. *J Am Dent Assoc*, 20:379-428, 1933.

## 치아 발육 단계의 상관관계를 이용한 하악 제3대구치 발육 평가

김준영 · 김현태 · 신터전 · 현홍근 · 김영재 · 김정욱 · 장기택 · 송지수

서울대학교 치과대학 소아치과학교실

이 연구의 목적은 소아 청소년의 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 발육 단계별 평균 연령을 확인하고, 이를 토대로 하악 제3대구치의 발생 유무를 추정할 수 있는 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계를 확인하는 것이다. 2019년 1월부터 2020년 12월까지 서울대학교치과병원에 내원한 만 6 - 15세 사이의 건강한 환자의 1,956개의 파노라마 방사선 사진을 이용하여, Demirjian과 Goldstein의 방법으로 양측 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2, 3대구치의 치아 발육 단계를 평가하였다. 제3대구치의 치배가 처음 관찰되는 연령은 평균  $9.34 \pm 1.35$ 세였고, 6세부터 12세에 걸쳐 다양하게 나타났다. 하악 견치, 제1, 2소구치가 F단계, 제2대구치가 E단계 이후에도, 제3대구치가 관찰되지 않으면 제3대구치의 결손 가능성이 높은 것으로 나타났으며 그 연령은 평균 10세였다. 제3대구치의 발육 여부를 추정할 때 치아 하나만을 고려한다면 제2소구치와의 추정 부합도가 가장 높았으며 4개 치아 전부를 포함했을 때와 큰 차이가 없었다. 이번 연구를 통해 만 6세에서 15세 사이의 소아 청소년에서 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계별 연령 분포를 확인할 수 있었으며, 이를 근거로 하악 제3대구치의 발육 여부를 평가할 수 있는 하악 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치의 발육 단계를 확인할 수 있었다. [J Korean Acad Pediatr Dent 2023;50(4):373-384]

원고접수일 2023년 6월 29일  
 원고최종수정일 2023년 8월 5일  
 원고채택일 2023년 8월 10일

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

교신저자 송지수

(03080) 서울시 종로구 대학로 101 서울대학교 치과대학 소아치과학교실  
 Tel: 02-6256-3264 / Fax: 02-744-3599 / E-mail: pedosong@snu.ac.kr