https://doi.org/10.5933/JKAPD.2019.46.1.10
J Korean Acad Pediatr Dent 46(1) 2019
ISSN (print) 1226-8496 ISSN (online) 2288-3819

Eruption Stage of Permanent Teeth Using Diagnostic Model Analysis in Kyung Hee Dental Hospital

Taejun Oh[1], Okhyung Nam[2], Misun Kim[3], Hyo-seol Lee[2], Kwangchul Kim[3], Sungchul Choi[2]

[1]Department of Pediatric Dentistry, Graduate School, Kyung Hee University
[2]Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyung Hee University
[3]Department of Pediatric Dentistry, Kyung Hee University Dental Hospital at Gangdong

Abstract

Individual dental age is used as an index of chronological age estimation and is an important indicator of the child's growth stage. Dental age does change greatly over time, but it changes constantly. And updating information about this change is important. The purpose of this study was to provide information about tooth eruption stage using diagnostic model analysis and to investigate tooth eruption sequence and estimate chronological age based on this information.

Tooth eruption stages were measured on a diagnostic model from 488 patients in 5 - 13 year old children. Based on the information on eruption stage, eruption sequence in maxilla was first permanent molar, central incisor, lateral incisor, first premolar, canine, second premolar and second permanent molar. Eruption sequence in mandible was first permanent molar, central incisor, lateral incisor, canine, first premolar, second premolar and second permanent molar. There were significant differences between males and females in the eruption stage of canine, first and second premolar, and second molar at several ages. The chronological age of male and female was estimated by the coefficient of determination of 0.816, 0.826 respectively.

Key words : Tooth eruption stage, Age estimation, Diagnostic model analysis

Ⅰ. 서 론

개인의 치령은 생활 연령(Chronological age)을 추정하는 하나의 지표로 사용되고 있으며, 소아·청소년 성장의 단계를 알 수 있는 중요한 지표가 된다. 또한 소아·청소년의 치과 치료 및 교정 치료의 진단과 치료계획을 세우는데 있어서도 매우 중요한 자료가 된다. 치령을 평가하는 방법으로는 치과 방사선 사진을 통해 치아의 성숙도를 조사해 치령을 평가하는 방법과 임상 검사를 통해 치아가 맹출하는 시기를 가지고 치령을 평가하는 방법, 이 두 가지 접근법이 주로 사용된다.

방사선 사진을 통해 치아의 성숙도를 조사해 치령을 평가하는 방법으로는 Nolla[1], Demirjian 등[2], Haavikko[3], Kvval와 Solheim[4]의 방법이 있으며, 이 중 Demirjian's method가 주로 사용되고 있다[2]. Demirjian's method는 파노라마 사진을 이용하여 하악 좌측 치아의 성숙도를 8단계로 측정하는 방법으로써, 비침습적이며, 쉽게 사용할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 방사선 사진을 이용한 방법들은 촬영 상의 오류, 상의 왜곡 등의 문제가 생길 수 있다는 단점을 가진다[5-7].

Corresponding author : Sungchul Choi
Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Kyung Hee University, 26, Kyungheedae-ro, Dongdaemun-gu, Seoul, 02447, Korea
Tel: +82-2-958-9339 / Fax: +82-2-966-4572 / E-mail: pedochoi@khu.ac.kr
Received September 6, 2018 / Revised November 8, 2018 / Accepted October 29, 2018

www.kci.go.kr

치령을 연구하는 다른 방법으로 구강 내 임상 검사를 통해 치아의 맹출 여부에 따라 평가하는 방법이 있다. 이 방법은 다른 방법에 비해 조사가 단순하고, 특별한 장비가 필요 없다는 장점을 지닌다. 과거 구강 내 임상 검사를 통해 치아의 맹출에 관해 조사한 연구들은 치아의 맹출 시기와 맹출 순서를 위주로 기록하고 분석하였다. Parner 등[8]은 덴마크 아동을 대상으로 종단 연구를 시행하여 시간이 흐름에 따라 미세하지만 치아의 맹출 시기가 변화하고 있음을 밝혔다. 한국인을 대상으로 한 영구치의 맹출 시기와 순서에 대한 보고들은 꾸준히 이루어지고 있으며[9-11], 최근 연구에서는 남녀 간의 맹출 시기에 대한 차이와 과거 국내 자료의 비교를 통하여 소아·청소년에서의 치아 맹출이 좀 더 빨라졌다고 발표하였다[11]. 그러나 치아의 맹출은 한순간이 아닌 치배가 맹출 전 악골 내에서 이동하는 맹출 전 단계, 치아가 악골 내에서 교합에 도달하는 기능 전 단계, 교합에 도달 후 성장과 교모에 의해 치아가 보상적으로 이동하는 기능적 맹출 단계 등과 같은 복잡한 과정을 거쳐 지속적으로 진행된다[12]. 그러므로 치아의 맹출 여부를 정확한 시점으로 판단하는 것은 부정확 할 수 있다.

이에 반해, 교정 분석의 기초자료로 사용되어지는 진단 석고모형은 치아 및 악궁의 크기를 계측할 수 있고, 개별 치아의 3차원적 위치 평가 및 다른 치아와의 관계 평가, 설측에서 교합을 관찰할 수 있는 등, 환자의 교합을 확인하기에 최적화 되어있다. 이러한 장점으로 인해 진단 모형은 그동안 악궁과 치아의 크기 계측, 치아의 맹출 여부나 맹출 방향 판단 등의 여러 교정적 연구들에 사용되어 왔다[13,14]. 진단 모형을 이용하여 치아의 맹출을 조사하는 것은, 비침습적이며, 간단하고 정확하게 각 치아가 여러 맹출 과정 중 어느 단계에 있는지에 대해 판단할 수 있으며, 장기간 보관이 가능하므로 다양한 연도별 조사도 가능하다[15].

치령은 인종과 민족마다 그 양상에 차이가 있는 것으로 보고되었으며[16,17], 치령의 변화는 시대의 변화에 따라 크지는 않지만 꾸준히 변하게 되며 이에 대한 최신 정보는 중요한 자료로 사용될 수 있다. 이에 이 연구는 진단 모형 상에서 연령별 치아 맹출 단계에 대해 조사하였으며, 이를 바탕으로 영구치 맹출 순서, 연령별 치아 맹출 단계와 Demirjian's method의 관계, 연령 추정에 대해서도 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

2014년 1월부터 2017년 12월까지 교정치료를 위해 경희대학교 치과병원 소아치과에 내원한 665명의 환자를 대상으로 하였다. 이 중 5 - 13세 아동을 대상으로 교정치료를 위하여 준비되어있는 진단 모형을 이용하여 치아 맹출 단계를 측정하였다. 선천적 결손, 교정적 목적, 치아 우식, 외상 등의 이유로 영구치의 결손이 존재하는 환자나 과잉치, 이소맹출 등으로 인한 영구치의 맹출 장애를 가진 환자, 치아 발육에 영향을 주는 전신질환을 지닌 환자들을 배제하였다(Fig. 1).

2. 연구방법

진단 모형 상에서 제3대구치를 제외한 각 영구치아의 맹출 단계를 맹출 전 단계, 기능 전 맹출 단계, 기능적 맹출 단계로 점수

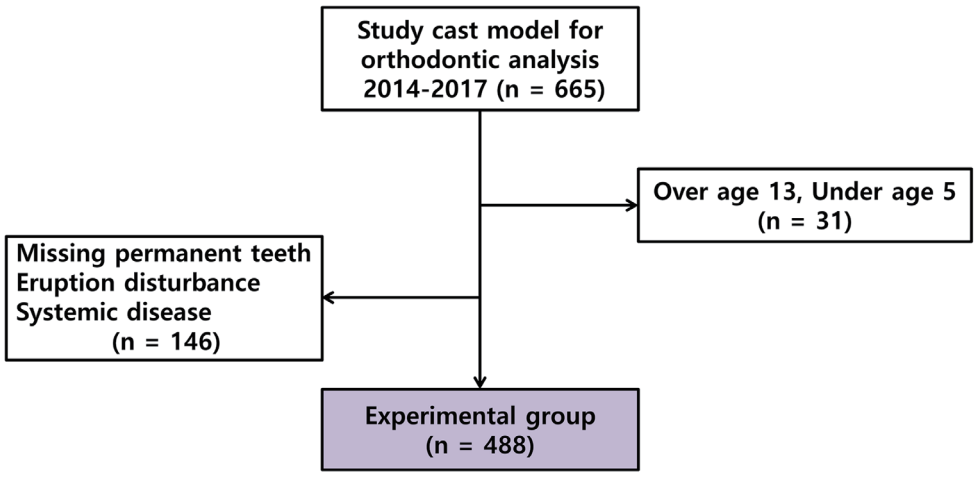

Fig. 1. Flowchart of experimental group selection.

www.kci.go.kr

화하여 기록하였다. 맹출 단계의 점수화는 맹출 전 단계는 0점, 기능 전 맹출 단계를 세분화 시켜, 출은 단계는 1점, 출은 후 대합치와의 교합에 이르기까지 교합 전 단계를 2점, 대합치와 교합을 이루는 기능적 맹출 단계는 3점으로 기록하였다(Fig. 2). 제3대구치를 제외한 상, 하 양측 총 28개 치아의 맹출 단계 점수를 더한 값을 총 맹출 단계 점수로 정의하였다. Demirjian's method는 환자의 파노라마 방사선 사진을 이용하여 하악 좌측의 제3대구치를 제외한 7개의 치아에 대하여, 이들 치아의 발달 단계를 평가하여 기록하였다(Fig. 3). 치아의 맹출 시기는 각 치아마다 출은 이상의 맹출 단계가 50%가 되는 시기, 즉 치아 맹출율이 50%가 되는 시기로 설정하였다.

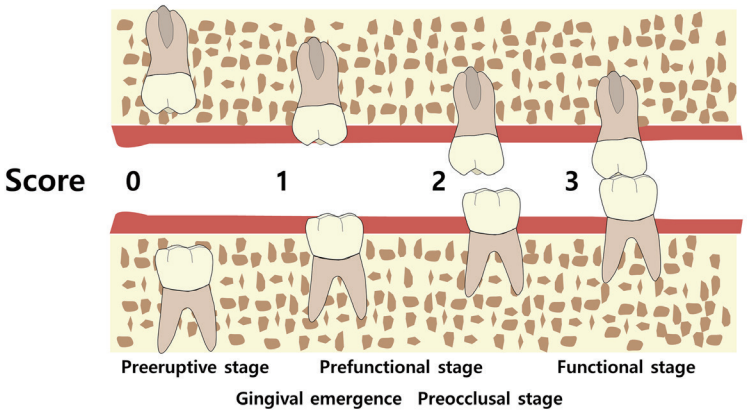

Fig. 2. Schematic image of tooth eruption stages.

Stages	Schematic image	Features
A		Calcification of single occlusal points without fusion of occlusal points.
B		Fusion of calcified points and the contour of the occlusal surface is recognizable.
C		Enamel formation has been completed on the occlusal surface and dentine formation has begun. Curved pulp chamber is observed.
D		Crown formation has been completed to the level of the cementoenamel junction. Root formation has begun. Pulp horn is observed.
E		The root length is shorter than the crown height. The walls of the pulp chamber are straight. In molars, bifurcarion is observed.
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 distict shape.
G		The walls of the root canal are now parallel, but the apical end is still partially open.
H		The root apex is completely closed. The periodontal membranes of uniform thickness surround the root and the apex.

Fig. 3. Demirjian's tooth developmental stages.

www.kci.go.kr

3. 통계 분석

얻어진 자료들은 SPSS 20.0.0 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구자 내 일치도를 확인하기 위해 급내상관계수를 측정하였다. 각 치아의 좌우간 비교에는 Paired t-test를 시행하였다. 각 치아의 남녀 간의 비교는 Mann-Whitney U test를 이용하여 분석하였다. 연령과 맹출 단계 점수의 연관성은 선형회귀분석을 시행하였다.

4. 윤리적 고려사항

이 연구는 경희대학교 치과병원의 생명윤리 심의위원회 심사에 따라 연구 계획 및 진행을 승인 받았다(KHD-IRB-1807-1).

Ⅲ. 연구 성적

1. 연구 대상의 인구학적 특성

총 488명의 환자가 연구대상으로 선정되었으며, 이중 남아는 226명(46.3%), 여아는 262명(53.7%)이었다. 연구 대상의 평균 나이는 8.8세였으며, 각 연령에 대한 분포는 Table 1에 기술하였다.

2. 각 치아의 좌우간의 차이

상악과 하악의 모든 치아에서 좌우의 값을 paired t-test를 시행한 결과 모든 자료에서 좌우의 유의성 있는 차이는 나타나지 않았다(Table 2).

Table 1. Distribution of subjects according to gender and age

Age(year)	Male	Female	Total
5	7	11	18
6	14	14	28
7	44	53	97
8	45	44	89
9	38	39	77
10	29	37	66
11	26	40	66
12	11	13	24
13	12	11	23
Total	226	262	488

3. 남녀의 나이별 맹출 단계 점수

제3대구치를 제외한 영구치의 나이별 맹출 단계 점수는 다음과 같다(Table 3, 4, Fig. 4). 맹출 단계 수준에 있어 상악에서는 9세경 측절치와 견치, 10세경 제1, 2소구치, 제2대구치, 11세경 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치, 하악에서는 8, 9세경 견치, 10, 11세경 견치, 제2소구치와 제2대구치, 12세경 제2대구치에 있어서 남녀 간의 유의한 차이를 보였으며, 모두 여아에서 더 높은 맹출 단계 수준을 보였다.

4. 맹출 단계 정보를 통한 영구 치아의 맹출 순서

나이에 따른 치아별 맹출 단계의 변화를 비교하였을때, 상악에서 영구 치아의 맹출 순서는 남녀 모두에서 제1대구치, 중절치, 측절치, 제1소구치, 견치, 제2소구치, 제2대구치 순이었고, 하악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1, 2소구치, 제2대구치 순이었다.

Table 2. Difference in eruption stage between left and right side of each tooth

	Average eruption stage difference between left and right teeth	*p* value
Maxilla		
M2	0.02	0.044
M1	0.01	0.406
P2	0.01	0.407
P1	0.03	0.088
C	0.03	0.090
I2	0.02	0.078
I1	0.01	0.564
Mandible		
M2	0.02	0.158
M1	0.00	0.618
P2	0.00	0.862
P1	0.00	0.917
C	0.01	0.572
I2	0.02	0.197
I1	0.00	0.318

p value from paired t-test
M2 = second permanent molar, M1 = first permanent molar, P2 = second premolar, P1 = first premolar, C = canine, I2 = lateral incisor, I1 = central incisor

www.kci.go.kr

Table 3. Changes in eruption stage with age in maxilla

			Tooth						
			M2	M1	P2	P1	C	I2	I1
Year	5	Male	0.000	0.429	0.000	0.000	0.000	0.000	0.214
		Female	0.000	0.636	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091
		p value	1.000	0.475	1.000	1.000	1.000	1.000	0.592
	6	Male	0.000	1.643	0.000	0.000	0.000	0.000	0.607
		Female	0.000	1.714	0.000	0.000	0.000	0.036	0.571
		p value	1.000	0.652	1.000	1.000	1.000	0.317	0.824
	7	Male	0.000	2.432	0.000	0.000	0.000	0.659	2.318
		Female	0.000	2.642	0.009	0.038	0.000	0.943	2.566
		p value	1.000	0.572	0.362	0.113	1.000	0.051	0.136
	8	Male	0.000	2.889	0.000	0.078	0.022	1.700	2.811
		Female	0.000	2.977	0.045	0.159	0.091	1.625	2.841
		p value	1.000	0.019	0.152	0.493	0.136	0.780	0.445
	9	Male	0.000	3.000	0.395	0.816	0.132	2.066	2.895
		Female	0.000	3.000	0.179	0.923	0.551	2.654	2.987
		p value	1.000	1.000	0.058	0.489	0.001	0.013	0.015
	10	Male	0.000	3.000	0.690	1.621	0.966	2.707	2.931
		Female	0.095	3.000	1.230	2.014	1.162	2.932	2.973
		p value	0.044	1.000	0.007	0.027	0.264	0.016	0.253
	11	Male	0.077	3.000	1.077	2.404	1.673	3.000	3.000
		Female	0.475	3.000	1.888	2.663	2.288	2.988	3.000
		p value	0.002	1.000	0.001	0.029	0.001	0.420	1.000
	12	Male	1.273	3.000	2.545	2.909	2.727	3.000	3.000
		Female	1.346	3.000	2.577	2.846	2.654	3.000	3.000
		p value	0.566	1.000	0.711	0.516	0.535	1.000	1.000
	13	Male	1.958	3.000	2.750	3.000	3.000	3.000	3.000
		Female	2.500	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		p value	0.214	1.000	0.171	1.000	1.000	1.000	1.000

p value from Mann-Whitney U test
M2 = second permanent molar, M1 = first permanent molar, P2 = second premolar, P1 = first premolar, C = canine, I2 = lateral incisor, I1 = central incisor

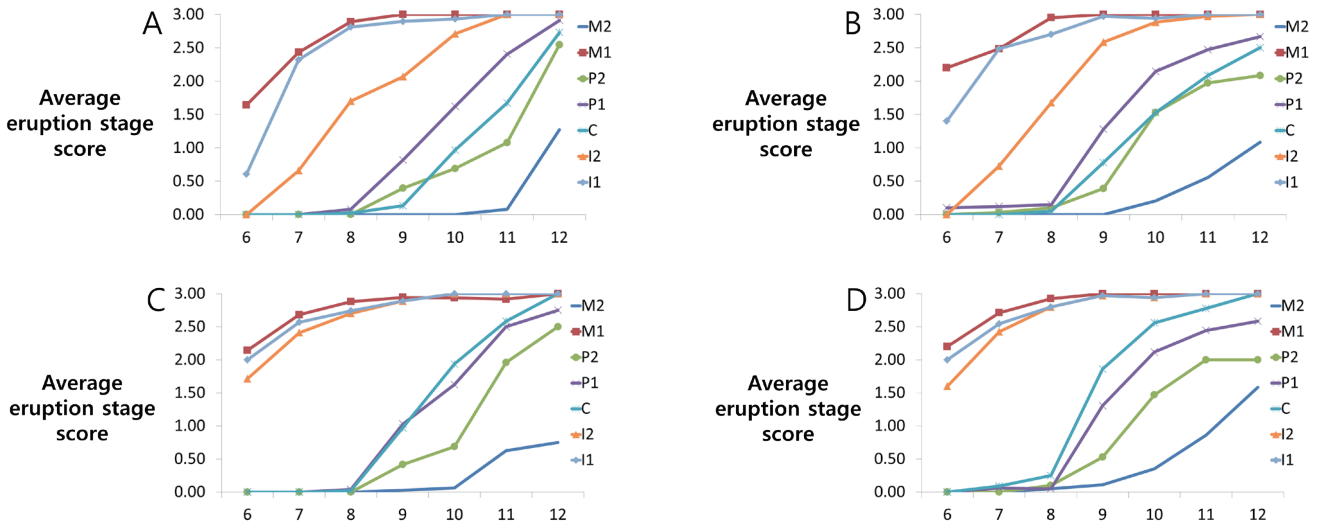

Fig. 4. Changes in eruption stage with age. A: Maxilla of male patients, B: Maxilla of female patients, C: Mandible of male patients, D: Mandible of female patients.

www.kci.go.kr

Table 4. Changes in eruption stage with age in mandible

			Tooth						
			M2	M1	P2	P1	C	I2	I1
Year	5	Male	0.000	0.429	0.000	0.000	0.000	0.286	0.429
		Female	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.182	0.727
		p value	1.000	0.185	1.000	1.000	1.000	0.634	0.281
	6	Male	0.000	2.357	0.000	0.000	0.000	1.036	2.107
		Female	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	1.107	1.571
		p value	1.000	0.637	1.000	1.000	1.000	0.797	0.052
	7	Male	0.000	2.591	0.000	0.000	0.000	2.398	2.977
		Female	0.000	2.821	0.000	0.019	0.085	2.575	3.000
		p value	1.000	0.142	1.000	0.196	0.066	0.933	0.120
	8	Male	0.000	2.933	0.000	0.022	0.033	2.867	3.000
		Female	0.023	2.966	0.045	0.045	0.227	2.920	3.000
		p value	0.152	0.323	0.152	0.308	0.008	0.337	1.000
	9	Male	0.013	2.974	0.355	0.697	0.684	2.974	3.000
		Female	0.064	3.000	0.346	0.962	1.269	3.000	3.000
		p value	0.103	0.151	0.938	0.132	0.004	0.151	1.000
	10	Male	0.034	2.966	0.517	1.828	2.000	3.000	3.000
		Female	0.419	3.000	1.054	1.892	2.365	3.000	3.000
		p value	0.000	0.109	0.008	0.473	0.048	1.000	1.000
	11	Male	0.519	2.962	1.712	2.577	2.500	3.000	3.000
		Female	0.888	3.000	2.175	2.650	2.875	3.000	3.000
		p value	0.007	0.078	0.035	0.070	0.000	1.000	1.000
	12	Male	1.273	3.000	2.545	2.909	3.000	3.000	3.000
		Female	1.808	3.000	2.538	2.808	3.000	3.000	3.000
		p value	0.010	1.000	0.428	0.493	1.000	1.000	1.000
	13	Male	2.500	3.000	2.750	3.000	3.000	3.000	3.000
		Female	2.727	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		p value	0.547	1.000	0.171	1.000	1.000	1.000	1.000

p value from Mann-Whitney U test
M2 = second permanent molar, M1 = first permanent molar, P2 = second premolar, P1 = first premolar, C = canine, I2 = lateral incisor, I1 = central incisor

5. 진단 모형 분석을 통한 맹출 단계와 Demirjian's stage의 관계

진단 모형 분석을 통한 맹출 단계 분석과 Demirjian's method의 각 단계를 비교해본 결과, 맹출 전 단계는 대부분 F stage 이전이었으며, 출은 단계는 주로 F와 G stage가 나타났으며 F stage의 비율이 더 높았고, 교합 전 단계는 주로 F와 G stage가 나타났으며, G stage의 비율이 더 높았다(Table 5). 마지막으로 기능적 맹출 단계의 경우 주로 G, H stage가 나타났으며, G stage의 비율이 더 높았다. Demirjian's stage B, C, D, E 중 0.7%만이 출은 이상의 맹출 단계를 보였으며, 나머지 99.3%는 모두 맹출 전 단계였다. F stage의 경우 51.3%가 맹출 전 단계였으며, 나머지는 48.7%는 구강 내 맹출이 이루어졌다. G stage의 경우 97.7%, H stage의 경우 100.0% 구강 내 맹출이 이루어졌다.

Table 5. Relationship between diagnostic model analysis and radiographic analysis

		Eruption stage score (N/%)			
		0	1	2	3
Demirjian's stage	B	3/0	0/0	0/0	0/0
	C	24/2	0/0	0/0	0/0
	D	274/20	1/1	0/0	0/0
	E	765/55	2/3	4/1	0/0
	F	298/21	43/60	135/44	105/6
	G	25/2	26/36	162/53	885/54
	H	0/0	0/0	5/2	657/40
	Total	1389/100	72/100	306/100	1647/100

Eruption stage score 0 = preeruptive stage, 1 = gingival emergence, 2 = preocclusal stage, 3 = functional stage

www.kci.go.kr

6. 총 맹출 단계 점수를 통한 연령의 추정

총 맹출 단계 점수와 나이에 대해 선형회귀분석을 시행한 결과, 남아의 절편은 5.181(신뢰구간 4.928 - 5.434) 총 맹출 단계 점수의 β 추정값은 0.089(신뢰구간 0.083 - 0.095)이었으며, 여아의 절편은 5.106(신뢰구간 4.872 - 5.340), 총 맹출 단계 점수의 β 추정값은 0.084(신뢰구간 0.079 - 0.089)이었다(Table 6). 남, 녀 모두 통계적으로 유의하였으며(p value < 0.001), 남아와 여아에서 각각 결정계수(R^2)는 0.816, 0.826이였다. 이를 추정식으로 전환하여 남아는 '나이 = 0.089 X 총 맹출 단계 점수 + 5.181' 여아에서는 '나이 = 0.084 X 총 맹출 단계 점수 + 5.106' 라는 결과를 얻었다(Fig. 5).

7. 연구자 내 일치도

한 명의 검사자가 2주의 간격을 두고 동일한 방법으로 두 번 계측하였으며, 급내상관계수는 진단 모형 분석은 0.981(p < 0.001), Demirjian's method 는 0.978(p < 0.001)로 높은 수치를 보였다.

IV. 총괄 및 고찰

치아 맹출의 시기와 순서에 대한 정보는 연령 추정에 대한 정보 외에도 성장과 발육에 대한 정보, 소아치과적 교정적 진단 및 치료계획을 세우는 데에 대한 정보를 제공해줄 수 있다. 국내외 많은 연구자들에 의해 나라별 영구치의 맹출 시기와 순서와 관련된 연구들이 이루어졌다[8-11,17-21]. 그러나 국내에서는 Kang 등[10], Kwon 등[11]의 연구 이후 최근의 연구들은 매우 희귀한 편이다. 따라서 현대 한국 아동을 대상으로 한 연구 결과 자료들이 지속적으로 필요한 상황이다.

각 치아의 좌우 맹출 시기와 순서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2). 이는 다른 연구들에서의 결과와도 일치한다[10,11]. 이러한 결과는 신체 기관 발생에 있어 양측성으로 일어나도록 내분비계가 조절하기 때문으로 추측된다[22].

남녀 모두에서 맹출 순서는 상악은 제1대구치, 중절치, 측절치, 제1소구치, 견치, 제2소구치, 제2대구치 순이었으며, 하악은 하악 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순으로 나타났다. 이는 이전 연구들과도 일치하는 결과를 보인다[10,23].

Table 6. Linear regression analysis of age and total eruption stage score

	Male (R^2 = 0.816)			Female (R^2 = 0.826)		
	Estimate (CI)	SE	p value	Estimate (CI)	SE	p value
Intercept	5.181 (4.928-5.434)	0.129	0.000	5.106 (4.872-5.340)	0.119	0.000
Total eruption stage score	0.089 (0.083-0.095)	0.003	0.000	0.084 (0.079-0.089)	0.002	0.000

p value from linear regression analysis
R^2 = coefficient of determination, CI = confidence interval, SE = Standard error

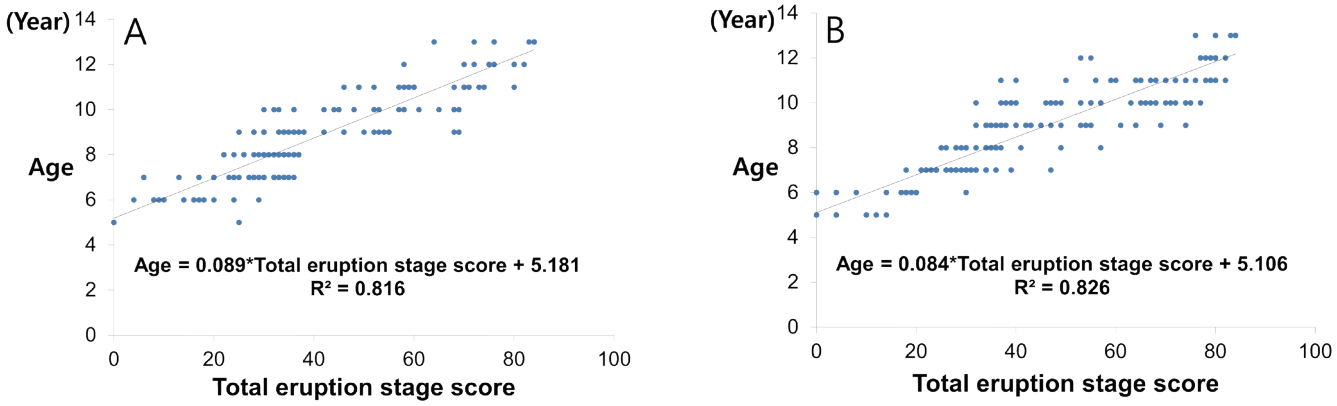

Fig. 5. Age estimation using total eruption stage score. A: Male patients, B: Female patients.
Intercept = 5.181 in male, 5.106 in female, R^2 (coefficient of determination) = 0.816 in male, 0.826 in female.

www.kci.go.kr

조사 연령인 5 - 13세 내에서 각 치아들의 맹출 단계 점수의 변화를 보았을 때, 상, 하악 제1대구치와 하악 중절치와 측절치는 5 - 8세, 상악 중절치는 6 - 9세, 상악 측절치는 7 - 10세, 상, 하악 견치와 제1, 2소구치는 9 - 12세, 상, 하악 제2대구치는 10 - 13세에 대다수의 맹출 단계 변화가 이루어졌다. 이를 통해 구강 내 맹출의 시작부터 기능적 맹출 단계에 이르기까지는 약 3년정도가 소요됨을 확인할 수 있었다.

맹출 단계 수준에 있어서 몇몇 치아에 있어 남녀 간의 유의한 차이를 보였으며, 모두 여성에서 더 높은 맹출 단계 수준을 보였다(Table 3, 4). 이는 이전 연구의 결과들과도 유사하다. 이전 연구를 살펴보면 상,하 견치, 제1소구치, 제2대구치, 상악 측절치, 하악 제2소구치에 있어 남녀 간의 차이가 있다는 보고[10]와 상악 제1대구치와 중절치를 제외하고는 모든 치아에서 남녀 간의 차이가 존재한다는 보고가 있었다[8,11]. 다른 연구결과들과 종합해 볼 때 초기에 맹출하는 전치와 제1대구치보다는 후기에 맹출되는 견치, 소구치, 제2대구치에 있어 주로 남녀 간의 차이를 보이는 것으로 보인다. 성별 간의 치아 맹출 시기의 차이가 존재하는 이유에 대해서는 아직 명확하게 밝혀지진 않았지만, 여성에서의 더 빠른 영구치아의 맹출이 성별 간의 성적 성숙도의 차이라는 주장도 있다[24].

진단 모형 분석을 통한 맹출 단계 분석과 Demirjian's method의 각 단계를 비교해본 결과, Demirjian stage C, D, E는 대다수 맹출 전 단계였으며(99.3%), F stage의 경우 51.3%가 맹출 전 단계, 7.4%에서 출은, 23.2%가 교합 전 단계, 18.1%가 기능적 맹출 단계로 나타났다. G stage의 경우 97.7%에서 구강 내 맹출이 이루어졌으며 80.6%가 기능적 맹출 단계였다(Table 5). 이를 바탕으로 종합해보자면 치아의 구강내 맹출은 치근의 길이가 치관 길이와 같거나 더 길게 형성된 시기에 나타나며, 치근의 길이가 거의 완성된 시점에서는 이미 대다수가 기능적 맹출 단계에 이르게 되는 것으로 보여진다. 2010년 AlQahtani 등[21]은 영국인을 대상으로 치아 맹출 시기와 치근의 발달 정도에 대한 연구를 시행하였으며, 이 연구에서도 치아의 구강내 맹출 시기와 치근의 길이 성장이 1/2 혹은 3/4가 이루어진 시점이 일치하는 것을 확인할 수 있었다.

각 치아의 맹출 단계 점수를 합산하여 생활 연령에 대한 선형 회귀분석을 시행하였으며, 남녀 평균 0.82의 결정 계수를 가지는 간단한 일차식을 통해 생활 연령을 구할 수 있도록 제시하였다(Table 6, Fig. 5). 맹출 단계를 점수화하여 회귀분석을 시행한 다른 연구는 없으나, 2000년대 이후 Demirjian's method를 다양한 인종에 좀 더 정확히 적용시키기 위해 나라별 회귀분석을 시행한 여러 연구들이 존재한다[25-27].

맹출 시기에 대하여 이전 국내 연구들과 이번 연구와 비교해 보았을 때 약 30년전 1984년 Moon[9]의 연구와 비교해서는 평균적으로 0.86년 빨라졌으나, 2005년 Kang 등[10]의 연구에 비해서는 평균 0.16년, 2009년 Kwon 등[11]의 연구에 비해서는 평균 0.05년 빨라지는 등 최근 연구와의 비교에 있어서는 변화의 양이 감소하였음을 확인할 수 있었다(Table 7). 이는 한국 아동의 신체적 성장변화에 대해 조사한 Moon[28]의 연구 결과와도 유사한데, Moon[28]은 1965년부터 2010년까지의 한국 아동의 신체적 변화에 대해 조사한 연구에서 신체적 성장에 있어 1965년에서 2005년까지는 지속적으로 성장이 증가하였으나, 2005년에서 2010년 사이에는 성장의 유의한 차이가 없었다고 주장하였다. 신체 성장은 사회경제적 요인과도 연관되어 있는데[29], Moon[28]은 1960년대 이후 한국사회의 급격한 사회경제적 성장과 그로 인한 영양의 개선을 이러한 성장 증가의 원인으로 설명하였다. 치아의 맹출 또한 사회경제적 요인, 영양 상태에 영향을 받는 것으로 알려져 왔으므로[10,11,30], 1984년 연구에 비해 이번 연구에서 맹출 시기가 크게 빨라진 것은 이러한 요인들이 영향을 끼쳤을 것으로 생각된다. 또한 최근 들어 치아 맹출 시기 변화가 미미해지긴 하였으나, 이런 결과가 더 이상 맹출 시기의 변화가 없다는 것을 의미하지는 않으므로 앞으로도 꾸준한 연구가 필요할 것이다.

이번 연구와 시기적으로 유사한 다른 나라의 아동을 대상으로 한 연구와 비교해보았을 때, 스페인 아동을 대상으로 한 연구에서는 남아와 여아의 맹출 시기 차이는 각각 평균 1.11년, 1.25년, 터키 아동을 대상으로 한 연구에서는 남녀 각각 평균 0.48년, 0.35년으로 이번 연구에 비해 남,녀 모두 더 늦게 맹출하였다[18,19]. 반면 우간다 아동을 대상으로 한 연구에서는 남아와 여아의 맹출 시기는 각각 평균 0.50년, 0.69년만큼 이번 연구보다 남,녀 모두 더 빠르게 맹출 하였다[20]. 이러한 결과들을 통해 치아의 맹출 시기는 사회경제학적 요인, 영양 상태 외에 인종적 요인에도 영향을 받음을 확인할 수 있었다[19,30,31].

이번 연구의 한계로는 먼저 연령의 폭이 5 - 13세로 좁았으며, 배제기준에서 영구치의 결손과 맹출 장애를 배제하긴 하였으나, 연구 집단이 교정을 주소로 내원한 환자라는 점에서 일반적인 아동 전체를 대표한다고 볼 순 없다. 또한 최근 4년간의 아동만을 대상으로 연구가 이루어졌으므로 시간의 변화에 따른 양상을 관찰하는데 있어서는 한계가 있다. 향후 더욱 명확하고 신뢰할 만한 결과 자료를 얻기 위해 광역적인 자료수집과 장기적 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

이 연구는 최근 4년간 경희대학교 치과병원에 내원한 만 5 -

www.kci.go.kr

Table 7. Comparison of eruption time with previous domestic study

	Moon (1984)	Kang TS *et al*. (2005)		Kwon JH *et al*. (2009)		Present study	
		Male	Female	Male	Female	Male	Female
Maxilla							
M2	12.89	12.21	12.03	12.13	12.03	12.09	11.98
M1	6.69	6.25	6.54	6.39	6.26	6.11	6.11
P2	11.38	10.87	10.41	10.66	10.49	10.82	10.36
P1	10.52	9.74	9.90	9.76	9.63	9.84	9.69
C	11.14	10.28	10.04	10.48	9.92	10.06	10.14
I2	8.68	8.3	7.98	7.78	7.65	7.87	7.59
I1	7.47	6.81	6.78	6.81	6.73	6.78	6.81
Mandible							
M2	12.45	11.92	12.17	11.58	11.14	11.85	11.11
M1	6.52	5.99	5.75	6.22	6.12	5.90	5.82
P2	11.40	10.66	10.39	10.67	10.52	10.54	10.14
P1	10.48	9.92	9.75	9.82	9.59	9.91	9.70
C	10.67	9.83	9.17	9.76	9.05	9.73	9.20
I2	7.63	6.99	6.74	6.78	6.65	6.50	6.42
I1	6.61	6.00	6.06	-	-	5.94	5.89

M2 = second permanent molar, M1 = first permanent molar, P2 = second premolar, P1 = first premolar, C = canine, I2 = lateral incisor, I1 = central incisor

13세의 아동을 대상으로 진단 석고 모형을 통하여 영구치의 맹출 순서와 시기를 조사하였다. 그 결과 영구치의 맹출이 과거 연구에 비하여 이른 맹출을 보여주었으며, 맹출 순서는 과거 연구와 동일하게 남녀 모두 상악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치, 제1소구치, 견치, 제2소구치 순서였으며, 하악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순서로 나타났다. 맹출 단계에 대한 정보를 바탕으로 연령 추정을 진행한 결과 남아는 '나이 = 0.089 × 총 맹출 단계 점수 + 5.181' 여아에서는 '나이 = 0.084 × 총 맹출 단계 점수 + 5.106' 라는 결과를 얻었다.

References

1. Nolla CM : The development of the human dentition. *J Dent Child*, 27:254-266, 1960.
2. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM : A new system of dental age assessment. *Hum Biol*, 45:211-227, 1973.
3. Haavikko K : The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suom Hammaslaak Toim*, 66:103-170, 1970.
4. Kvaal S, Solheim T : A non-destructive dental method for age estimation. *J Forensic Odontostomatol*, 12:6-11, 1994.
5. Schulze R, Krummenauer F, Schalldach F, d'Hoedt B : Precision and accuracy of measurements in digital panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol*, 29:52-56, 2000.
6. Larheim TA, Svanaes DB : Reproducibility of rotational panoramic radiography: mandibular linear dimensions and angles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 90:45-51, 1986.
7. Schiff T, D'Ambrosio J, McDavid WD, *et al*. : Common positioning and technical errors in panoramic radiography. *J Am Dent Assoc*, 113:422-426, 1986.
8. Parner ET, Heidmann JM, Vaeth M, Poulsen S : A longitudinal study of time trends in the eruption of permanent teeth in Danish children. *Arch Oral Biol*, 46:425-431, 2001.
9. Moon JW : A statistical study on eruption timing of permanent teeth in Korean population. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 11:25-39, 1984.
10. Kang TS, Choi BJ, Choi HJ, *et al*. : Timing and sequence of eruption of permanent teeth in a sample of children from Yonsei Dental Hospital. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 32:703-708, 2005.
11. Kwon JH, Choi BJ, Choi HJ, *et al*. : Eruption time and sequence of permanent teeth in students from E-elementary

www.kci.go.kr

school. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 36:253-261, 2009.
12. Korean Academy of Pediatric Dentistry : Pediatric, adolescent dentistry, 5th ed. Dental Wisdom Yenang INC, Seoul, 100-103, 2014.
13. Moorrees CF, Reed RB : Changes in dental arch dimensions expressed on the basis of tooth eruption as a measure of biologic age. *J Dent Res*, 44:129-141, 1965.
14. Moorrees CF : Normal variation in dental development determined with reference to tooth eruption status. *J Dent Res*, 44:161-173, 1965.
15. DeKock WH : Dental arch depth and width studied longitudinally from 12 years of age to adulthood. *Am J Orthod*, 62:56-66, 1972.
16. Chaillet N, Nyström M, Demirjian A : Comparison of dental maturity in children of different ethnic origins: international maturity curves for clinicians. *J Forensic Sci*, 50:1164-1174, 2005.
17. Teivens A, Mörnstad H : A comparison between dental maturity rate in the Swedish and Korean populations using a modified Demirjian method. *J Forensic Odontostomatol*, 19:31-35, 2001.
18. Bruna del Cojo M, Gallardo López NE, Mourelle Martínez MR, De Nova García MJ : Time and sequence of eruption of permanent teeth in Spanish children. *Eur J Paediatr Dent*, 14:101-103, 2013.
19. Fatih O, Elif SE, Nurhan O *et al*. : Time and sequence of eruption of permanent teeth in Ankara, Turkey. *Pediatr Dent J*, 26:1-7, 2016.
20. Kutesa A, Nkamba EM, Rewnyonyi CM, *et al*. : Weight, height and eruption times of permanent teeth of children aged 4-15 years in Kampala, Uganda. *BMC Oral Health*, 13:15, 2013.
21. AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM : Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol*, 142:481-490, 2010.
22. Kurt W, Friedrich W, Maria T : Dental anthropology. 1st ed., Springer, 419-442, 1998.
23. Smith BH, Garn SM : Polymorphisms in eruption sequence of permanent teeth in American children. *Am J Phys Anthropol*, 74:289-303, 1987.
24. Ritz-Timme S, Cattaneo C, Borrman HI, *et al*. : Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practise. *Int J Legal Med*, 113:129-136, 2000.
25. Almeida MS, Pontual Ados A, Pontual ML, *et al*. : The chronology of second molar development in Brazilians and its application to forensic age estimation. *Imaging Sci Dent*, 43:1-6, 2013.
26. Chaillet N, Nyström M, Kataja M, Demirjian A : Dental maturity curves in Finnish children: Demirjian's method revisited and polynomial functions for age estimation. *J Forensic Sci*, 49:1324-1331, 2004.
27. Lee SE, Lee SH, Kim YK, *et al*. : Age estimation of Korean children based on dental maturity. *Forensic Sci Int*, 178:125-131, 2008.
28. Moon JS : Secular trends of body sizes in Korean children and adolescents: from 1965 to 2010. *Korean J Pediatr*, 54: 436-442, 2011.
29. Fogel RW : Changes in the disparities in chronic diseases during the course of the 20th century. *Perspect Biol Med*, 48:150-165, 2005.
30. Shaweesh AI : Timing and sequence of emergence of permanent teeth in the Jordanian population. *Arch Oral Biol*, 57:122-130, 2012.
31. Almonaitiene R, Balciuniene I, Tutkuviene J : Standards for permanent teeth emergence time and sequence in Lithuanian children, residents of Vilnius city. *Stomatologija*, 14:93-100, 2012.

www.kci.go.kr

국문초록

경희대학교 소아치과에 내원한 아동의 진단 모형 분석을 이용한 영구치 맹출 단계

오태준[1] · 남옥형[2] · 김미선[3] · 이효설[2] · 김광철[3] · 최성철[2]

[1]경희대학교 대학원 치의학과 소아치과학교실
[2]경희대학교 치의학전문대학원 소아치과학교실
[3]강동경희대학교병원 치과병원 소아치과

개인의 치령은 연령 추정의 한 지표로 사용되고 있으며, 아동의 성장 단계를 알 수 있는 중요한 지표가 된다. 치령의 변화는 시대의 변화에 따라 크지는 않지만, 꾸준히 변하게 되며 이에 대한 정보의 업데이트의 중요성은 널리 알려져 있다. 이에 이 연구는 진단 모형을 이용해 한국 아동의 치아 맹출 단계에 대한 정보를 제공하고, 이 정보를 바탕으로 치아 맹출 순서를 조사하고 연령 추정을 시행해 보았다. 5 - 13세 아동 488명의 진단 모형을 통해 치아 맹출 단계에 대해 조사하였다. 맹출 단계 정보를 바탕으로 한 영구치의 맹출 순서는 남녀 모두 상악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치, 제1소구치, 견치, 제2소구치였으며, 하악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순서로 나타났다. 일부 나이에서 견치, 제1,2소구치, 제2대구치에서 남녀 간의 유의한 맹출 단계 수준의 차이를 보였다. 연령별 맹출 단계를 바탕으로 선형회귀분석을 이용해 연령 추정을 시행해 본 결과 남아와 여아의 나이를 결정계수 0.816와 0.826 수준으로 추정해 볼 수 있었다.

www.kci.go.kr