

하악 영구치아의 발육과 연령과의 관계 및 치아 발육에 따른 치아의 위치 변화

김현미 · 양승덕 · 김현정 · 김영진 · 남순현

경북대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

연령과 치아 발육상태 단계와의 상관관계, 치아의 발육에 따른 치아의 이동상태를 평가하기 위하여 최근 5년 이내에 경북대학교 병원에 내원한 아동(남아 446명, 여아 326명)의 파노라마 방사선사진을 대상으로 하여, Moorrees의 기준에 의하여 하악 영구치아의 발육단계를 평가한 후, 발육단계와 연령, 치조골내 치아의 위치를 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 치아의 발육시기는 치관이 완료될 때까지 남, 여의 차이가 없었으나, 치근형성이 되면서 부터는 남아보다 여아에서 더 빨리 발육되는 경향을 나타내었다. 치관형성의 완료시점의 평균연령은 남아 여아 각각에서 중절치 3.71, 4.05세, 측절치 4.44, 4.60세, 견치 5.35, 5.11세, 제1소구치 6.62, 6.36세, 제2소구치 7.36, 7.17세, 제1대구치 3.51, 3.69세, 제2대구치 7.90, 7.64세 이었고, 치근단이 폐쇄되기 전단계인 A_{1/2}는 중절치 8.70, 8.18세, 측절치 9.55, 8.99세, 견치 12.48, 11.60세, 제1소구치 12.30, 12.01세, 제2소구치 12.19, 12.26세, 제1대구치 9.12, 8.87세, 제2대구치 12.59, 12.45세 이었다. 치조골내의 교두점 위치는 치관형성 완료시까지 거의 변화가 없었으나, 치근이 형성됨에 따라 빠르게 교합평면을 향해 이동하였고, 치근형성 완료단계(Rc)에서 다시 움직임 없이 정제되었다. 치근단의 위치는 치관형성 시작부터 치근 1/4 형성 시까지 일정한 위치에 유지되었으나, 그 후에 급격하게 교합면 쪽으로 이동하였고, 치근3/4 형성시점부터 비교적 일정한 위치에 유지되었다. 치아의 석회화가 시작되는 초기의 치배 위치는 견치가 가장 하방에 위치하였으며, 그 다음이 제2소구치, 제1소구치, 측절치, 제2대구치, 제1대구치 순이었고, 중절치가 가장 상방에 위치하였다.

주요어 : 하악 영구치아의 발육단계 시기, 맹출, 교두점 위치지수, 치근단 위치지수

I. 서론

치아의 형성 및 발육은 골격 발육과 이차 성장의 발현, 그리고 신장 및 체중 등과 더불어 인간의 성장과 발육을 평가할 수 있는 중요한 지표로 사용되어 왔다. 특히 치아의 발육상태와 치아의 맹출 상태에 관한 자료는 소아치과학 및 치과 교정학을 포함한 치과의 모든 분야에서 다양하게 이용되고 있으며, 이와 더불어 법의학적 측면과 고인류의 연구 등 여러 분야에 응용될 수 있다.

치아의 발생 및 석회화, 석회화와 연령과의 관계에 관해 많은 연구가 있었는데, Schour와 Massler¹⁾, Kraus²⁾ 등은 치아의 발생기전 및 형성에 관한 조직학적 연구를 시행하였고, Garn 등^{3,4)}, Shumaker와 Hadary⁵⁾, Nolla⁶⁾, Moorrees 등⁷⁾ 등은 방사선사진 촬영을 통한 종적 연구(longitudinal studies)를, 김⁸⁾, 조⁹⁾, 최와 성¹⁰⁾, 박¹¹⁾, 최와 김¹²⁾과 안 등¹³⁾ 등은 방사선사진을 이용한 횡적 연구(cross-sectional studies)를 통하여 석회화 단계와 연령과의 관계를 보고한 바 있다.

치아의 성장 및 석회화 시기는 각 치아마다 차이가 있으나 좌우 대칭치아에서는 차이가 없으며^{6,14)}, 상악보다는 하악치아가 더 빨리 형성된다^{9,11)}. 일반적으로 치아 석회화 시기는 여아가

남아보다 더 빨리 완료되는 것으로 알려져 있으나^{4,8-13)}, Demirjian과 Levesque¹⁵⁾는 5-6세 이전에는 성별에 의한 차이가 거의 없었고, 나이가 증가할수록 여아가 빨랐다고 하였다. 또 Sato와 Parson¹⁶⁾은 1934년과 1982년의 일본인 치아 맹출 시기에는 차이가 있다고 하여 시대의 따라 치아발육시기에도 차이가 있음을 시사하였고, 이외에도 치아의 석회화 시기는 종족^{3,4,17)}, 영양상태, 신체의 성장 및 발육 등에 따라 달라질 수 있으며¹⁸⁻²⁰⁾, 또한 내분비계 장애^{18,21,22)}, 전신적인 증후군 및 구개열^{18,23)} 등에 의해 영향을 받을 수 있다.

치아는 발육됨에 따라 점차 교합면을 향해 이동하게 되며, 교합완료 후에도 이러한 이동은 지속된다. 그러나 치아형성과 관련된 맹출은 이미 유전적으로 정해진 속도로 움직이게 되며, 만약 발육기간동안 이동속도가 지연되면 유착이 야기될 수 있다²⁴⁾.

치아의 맹출 양상에 대하여 Shumaker와 Hadary⁵⁾, Dienstain²⁵⁾은 치아의 맹출 속도는 모든 발육단계에서 일정한 것이 아니며 치아 발육정도에 따라 차이가 있다고 하였고, Smith²⁶⁾, Feasby²⁷⁾는 각각의 치아에서도 맹출속도는 다르다고 하였다. 또한 차²⁸⁾는 연령과 맹출과의 관계에 관하여 연구하였으며, Levesque 등¹⁴⁾, Demirjian과 Levesque¹⁵⁾는 성별에 따른 맹출시기의 차이를 보고 하였다. 이외에도 영양상태 및 시대

의 흐름¹⁸⁾, 유전적인 요인²⁹⁾, 유치의 조기상실 및 치수치료³⁰⁻³⁵⁾, 내분비기관의 장애^{18,21,22)}, 구개열이나 전신적 증후군^{18,23)}도 맹출 시기에 영향을 미칠 수 있다고 알려져 있다.

지금까지의 선학의 연구를 고찰할 때 치아의 발육 및 맹출은 다양한 인자에 의해 영향받을 수 있을 뿐 아니라 어린이가 신체적으로 조숙해지고 있는 요즘에는 과거와 다를 수 있다고 생각된다. 또한 최근 한국 아동의 치아 석회화 상태에 관한 논문은 많지 않으며, 치아발육에 따른 치조골내 치아의 위치 변화에 관한 연구도 희소한 실정이다. 이에 본 논문에서는 연령과 치아 발육단계의 상관관계, 치아발육에 따른 치아 위치 변화와 맹출 시기 등을 평가하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구 대상

연구 대상은 최근 5년 이내에 경북대학교 병원에 내원한 아동 중, 치아맹출에 영향 미칠 수 있는 전신적인 질환이 없고, 정

Table 1. Distribution of subjects by age and sex used in this study

Age	Male	Female	Total
3	29	19	48
4	35	27	62
5	31	21	52
6	39	30	69
7	79	61	140
8	69	55	124
9	66	37	103
10	40	28	68
11	33	23	56
12	25	25	50
Total	446	326	772

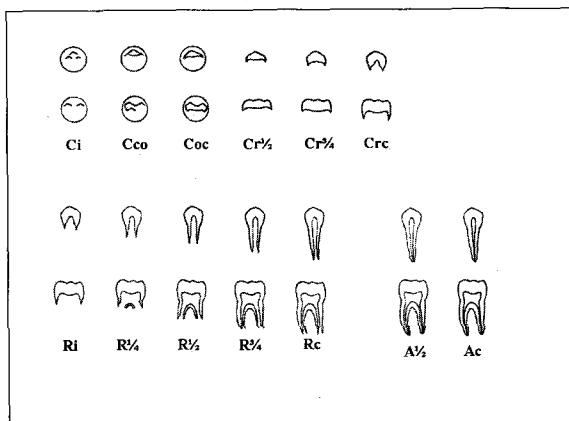


Fig. 1. Stage of tooth formation for accessing the developmental stage of permanent teeth by Moorrees.

상적인 성장발육을 나타내며 건강상태가 양호한 3-12세 사이의 아동 772명(남아 446명, 여아 326명)을 대상으로 하였다 (Table 1). 조사 대상치아는 교정 치료를 시행하지 않았고, 유치의 조기발거 또는 유치 치근단에 큰 병소형성으로 인하여 치아의 맹출이 방해받지 않은 경우로 제한하였으며, 또 치아맹출에 장애를 주는 원인인자가 존재하는 부위의 치아와 비정상적인 형태의 치아는 제외하고 정상적인 치아에 한정하였다.

2. 연구 방법

치아의 발육상태 평가는 파노라마 사진을 이용하였으며, 비교적 치아의 상이 명확하고, 중첩이 적어 판독하기가 용이한 하악치아만을 대상으로 하였다. 치아발육단계 평가는 Moorrees⁷⁾의 치아발육단계를 참조로 하였으며(Fig. 1), 치아의 발육상태에 따른 치조골내 치아의 위치 변화는 하악골의 하연부를 기시점으로 치아의 장축에 평행하게 최단거리를 그어 치조골 상부까지의 거리(Z), 하악골의 하연부를 기시점으로 하여 그 교두지점(X)과 치근단부까지의 최단거리(Y)를 각각 측정하여 평가하였다(Fig. 2). 이들 치조골내 영구치의 발육 및 석회화에 따른 치아 위치변화를 평가하기 위하여 다음과 같이 교두점 위치지수와 치근단 위치지수를 정의하였다.

$$\text{교두점 위치지수} = \frac{\text{하악골 하연부에서 교두 정점까지의 거리 (X)}}{\text{하악골 하연부에서 치조골 정상까지 거리 (Z)}} \times 100$$

$$\text{치근단 위치지수} = \frac{\text{하악골 하연부에서 치근단까지의 거리 (Y)}}{\text{하악골 하연부에서 치조골 정상까지 거리 (Z)}} \times 100$$

Table 2. Tooth formation stage and their coded symbols

Stage	Coded symbols
Initial cusp formation	Ci
Coalescence of cusps	Cco
Cusp outline complete	Coc
Crown 1/2 complete	Cr1/2
Crown 3/4 complete	Cr3/4
Crown complete	Crc
Initial root formation	Ri
Root length 1/4	R1/4
Root length 1/2	R1/2
Root length 3/4	R3/4
Root length complete	Rc
Apex 1/2 closed	A1/2
Apex closed	Ac

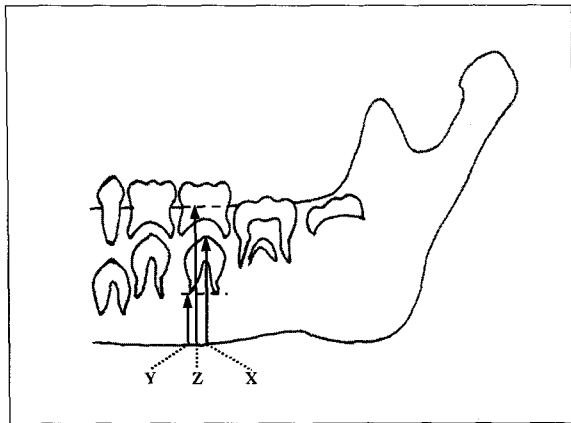


Fig. 2. Schematic drawing of structure for measuring index of tooth position.
 X : distance of cusp tip from lower border of mandible.
 Y : distance of root terminus from lower border of mandible.
 Z : width of mandibular body.

3. 통계학적 검증

통계는 SAS Ver 8.01 program을 이용하였으며, 성별에 따른 치아발육의 나이 평균차이와 각 위치지수를 t-test를 이용하여 비교 분석하였다.

Ⅲ. 성 적

1. 치아의 발육단계화 연령

남아와 여아에서 하악 영구치 발육단계와 연령과의 관계는 Table 3, 4에서와 같다. 대부분의 치아에서 치관이 완료되는 시점인 Crc까지는 여아가 남아보다 다소 빠른 발육을 나타내었으나 통계학적 유의성이 없었으며, 치근이 형성되는 시점인 Ri 부터 여아가 남아보다 유의성 있게 빠른 발육을 나타내었다. 또한 하악 영구치의 치관 석회화 순서는 하악 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순이었다 (Table 3, 4).

Table 3. Age for calcification of mandibular anterior teeth

		Central incisor			Lateral incisor			Canine		
		M	SD	P	M	SD	P	M	SD	P
Ci	M									
	F									
Cco	M									
	F									
Coc	M							3.20	0.19	0.4882
	F							3.32	0.13	
Cr1/2	M	3.62	0.54	0.0620	3.36	0.33	0.1086	3.77	0.59	0.8628
	F	3.20	0.05		3.55	0.39		3.76	0.62	
Cr3/4	M	3.52	0.51	0.4873	3.89	0.77	0.4823	5.12	0.32	0.0007
	F	3.66	0.41		3.47	0.71		4.27	0.77	
Crc	M	3.71	0.47	0.0085	4.44	0.71	0.0785	5.35	1.32	0.3483
	F	4.05	0.52		4.60	0.55		5.11	1.08	
Ri	M	4.37	0.70	0.0722	4.91	0.81	0.0282	6.38	1.09	0.0082
	F	4.09	0.54		4.50	0.71		5.82	1.18	
Ri1/4	M	5.45	0.90	0.0474	5.92	0.84	0.0213	7.64	1.15	0.0013
	F	5.06	0.85		5.40	0.70		7.25	0.89	
Ri1/2	M	6.15	0.86	0.0034	7.18	0.80	<0.0001	8.85	1.01	<0.0001
	F	5.67	0.36		6.35	0.68		8.11	0.89	
Ri3/4	M	7.18	0.62	0.0005	7.65	0.60	0.0058	10.10	1.25	<0.0001
	F	6.72	0.70		7.37	0.75		9.32	0.99	
Ri	M	8.03	1.13	0.0158	8.26	0.80	0.0008	11.69	0.86	<0.0001
	F	7.66	1.07		7.89	0.83		10.44	1.33	
Ai1/2	M	8.70	1.12	<0.0001	9.55	1.07	<0.0001	12.48	0.96	0.0005
	F	8.18	0.90		8.99	0.92		11.60	0.86	
Ac	M									
	F									

M : Mean age(year), SD : Standard deviation, P : p-value

Table 4. Age for calcification of mandibular posterior teeth

		1st premolar			2nd premolar			1st molar			2nd molar		
		M	SD	P	M	SD	P	M	SD	P	M	SD	P
Ci	M												
	F												
Cco	M	3.26	0.22	0.6758	4.24	0.45	0.8043				4.48	0.65	0.4108
	F	3.21	0.33		4.17	0.86					4.34	0.45	
Coc	M	4.08	0.80	0.0205	5.13	0.89	0.0045				5.13	0.86	0.0015
	F	3.60	0.36		4.17	0.86					4.53	0.51	
Cr1/2	M	4.35	0.65	0.2584	5.16	0.75	0.8588	3.63	0.91		5.66	0.75	0.7268
	F	4.17	0.65		5.16	1.13					5.72	0.75	
Cr3/4	M	5.76	1.04	0.0001	6.45	1.16	0.8888	3.60	0.35	0.0024	7.30	1.04	0.1024
	F	4.95	0.88		6.48	1.13		3.10	0.31		7.06	0.93	
Crc	M	6.62	1.02	0.1622	7.36	0.94	0.1827	3.51	0.49	0.2824	7.90	0.97	0.0286
	F	6.36	1.20		7.17	1.07		3.69	0.46		7.64	0.88	
Ri	M	7.63	0.86	0.0007	8.26	0.95	<0.0001	4.17	0.76	0.0048	8.84	0.85	0.0125
	F	7.19	0.95		7.66	0.91		3.65	0.56		8.50	0.91	
R1/4	M	8.45	0.99	<0.0001	9.02	1.02	<0.0001	5.09	0.69	<0.0001	9.92	1.09	0.0008
	F	7.96	0.96		8.28	1.00		4.54	0.66		9.47	0.82	
R1/2	M	9.53	0.93	0.0002	10.08	1.12	0.0638	6.13	0.83	0.0008	10.87	0.96	0.1841
	F	9.02	0.90		9.77	0.94		5.40	0.83		10.62	1.04	
R3/4	M	10.68	1.05	<0.0001	11.02	1.15	0.3211	7.50	0.93	0.0040	11.80	0.71	0.1814
	F	9.99	0.97		10.80	1.00		7.15	0.90		11.54	0.76	
Rc	M	11.78	0.60	0.0007	11.53	0.68	0.0385	8.36	1.18	0.0003	12.08	0.50	0.4877
	F	11.13	0.91		11.56	0.66		7.86	0.97		11.91	0.81	
A1/2	M	12.30	0.89	0.1418	12.19	0.43	0.6852	9.21	1.15	0.0226	12.59	0.41	0.3863
	F	12.01	0.66		12.26	0.62		8.87	1.28		12.45	0.43	
Ac	M												
	F												

M : Mean age(year), SD : Standard deviation, P : p-value

1) 하악 중절치

치관이 완성되는 연령은 남아, 여아에서 각각 3.71세, 4.05세로서 남아에서 다소 빨랐으나, 치근 1/2의 형성은 남아 6.15세, 여아 5.67세, 치근단공이 좁아지는 A1/2은 남아 8.70세, 여아 8.18세로서 치근의 석회화는 여아에서 더 빨리 완료되었다.

2) 하악 측절치

치관의 완성은 남아, 여아에서 각각 4.44세, 4.60세로서 남아가 조금 빨랐으나 통계학적 유의성이 없었고, 치근 1/2의 형성은 남아 7.18세, 여아 6.35세이었고 치근단공이 좁아지는 A1/2은 남아 9.55세, 여아 8.99세로서 치근의 석회화는 여아에서 더 빨리 일어났다.

3) 견치

치관의 완성시기는 남아, 여아에서 각각 5.35세, 5.11세이었으나 그 차이는 통계학적 유의성이 없었고, 치근 1/2의 형성은 남아 8.85세, 여아 8.11세이었고 치근단공이 좁아지는 A1/2은 남아 12.48세, 여아 11.60세로서 여아에서 더 빠른 치근의 발육을 나타내었다.

4) 제1소구치

치관의 완성 시기는 남아, 여아에서 각각 6.62세, 6.36세 여아가 다소 빨랐으나 통계학적 유의성이 없었고, 치근 1/2의 형성은 남아 9.53세, 여아 9.02세 이었고 치근단공이 좁아지는 A1/2은 남아 12.30세, 여아 12.01세로서 나타났다.

5) 제2소구치

치관의 완성은 남아, 여아에서 각각 7.36세, 7.17세이었으며, 치근 1/2의 형성은 남아 10.08세, 여아 9.77세 이었고, 치근단공이 좁아지는 A1/2은 남아 12.19세, 여아 12.26세로서 모든 경우 공히 남아 및 여아의 치아형성 시기 차이는 통계학적인 유의성이 없었다.

6) 제1대구치

치관의 완성은 남아, 여아에서 각각 3.51세, 3.69세로 하악 영구치 중 가장 빨리 완성되었으나 남아 및 여아의 형성시기에 통계학적 유의성이 없었으며, 치근 1/2의 형성은 남아 6.13세, 여아 5.40세이었고 치근단공이 좁아지는 A1/2은 남아 9.21세, 여아 8.87세로서 치근형성은 여아에서 더 빨리 완료되었다.

7) 제2대구치

치관의 완성은 남아, 여아에서 각각 7.90세, 7.64세, 치근 1/2의 형성은 남아 10.87세, 여아 10.62세이었고 치근단공이 좁아지는 A_{1/2}은 남아 12.59세, 여아 12.45세로 나타났다.

2. 영구치의 발육단계에 따른 치아의 위치 변화

치아의 발육단계에 따른 치아교두와 치근단 위치지수는 남아 여아를 비교시 통계학적으로 차이가 없었다(자료 생략). 이에 남아 및 여아의 자료를 합하여 교두지수와 치근단 위치지수를 산정하여 그래프로 나타내었다(Fig 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11).

치아의 석회화가 시작되는 초기의 치배 위치는 중절치, 제1대구치, 제2대구치, 측절치가 교두 위치지수 80 이상의 높은 위치에 존재하였으며, 그 다음 제1소구치, 제2소구치의 순이었으며, 견치는 치관 완료시까지 교두 위치지수가 약 60으로 가장 하방에 위치하였다.

치아의 발육에 따른 발육단계별 치조골내 치아의 이동은 대부분 치관이 완료되는 시점까지 거의 일정한 위치를 유지하고 있었으나, 치근의 성장에 따라 급격하게 교합면 쪽으로 이동하였다. 치조골을 뚫고 치은으로 이동하는 시점은 중절치, 제1대구치와 제2대구치는 치근 1/4과 치근 1/2이 형성되는 시기 사이, 측절치는 치근 1/2 형성시기, 견치, 제1소구치 및 제2소구치는 치근 1/2와 3/4 형성시기 사이이었다.

치근단의 위치는 치근1/2이 형성되는 시점까지 비교적 일정한 위치를 유지하였으나, 교두가 치조골을 뚫고 치은으로 진입하는 시기에 급격하게 상방으로 이동하였으나, 치근이 3/4 형성되는 시점부터 일반적으로 일정한 위치를 유지하였고, 치근형성이 완료되는 시점에서 다소 하방으로 내려오는 경향을 나타내었다. 특히 치조골의 하방에 위치한 견치는 다른 치아와 달리 치근 1/4 형성시부터 치근성장이 완료되는 Rc 시점까지 급격히 상방으로 이동하여 맹출에 따른 장거리의 이동을 보상하는 것으로 나타났다.

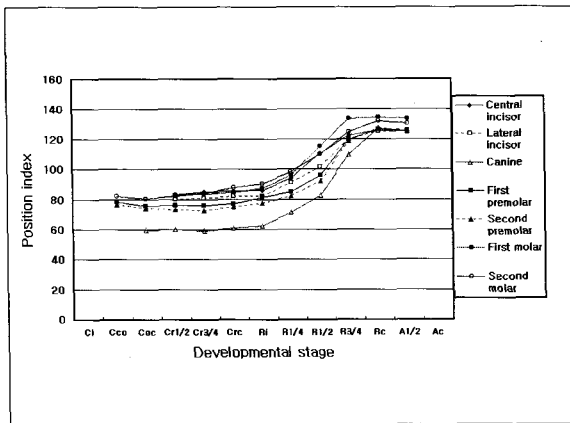


Fig. 3. The cusp position indices according to the tooth developmental stage.

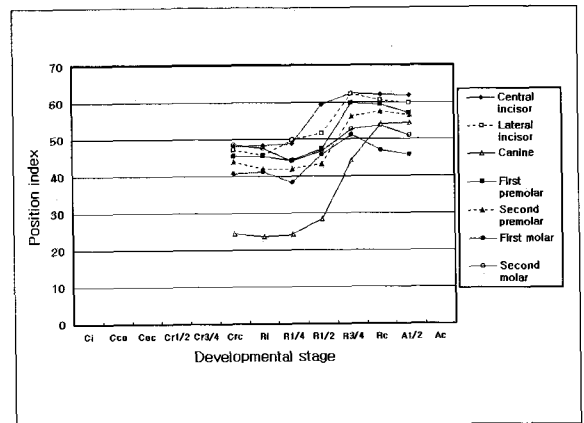


Fig. 4. The root terminus position indices according to the tooth developmental stage.

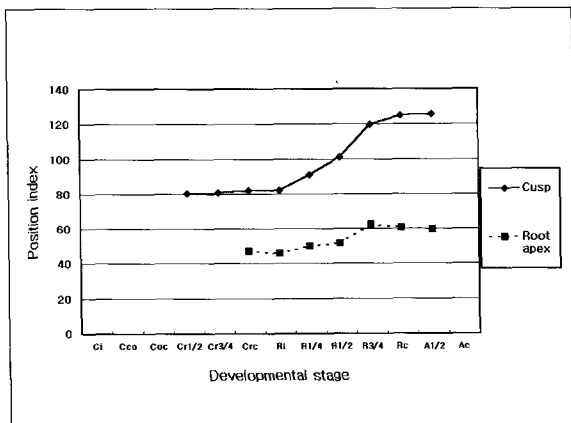


Fig. 5. The cusp and root terminus position indices of central incisor according to the tooth developmental stage.

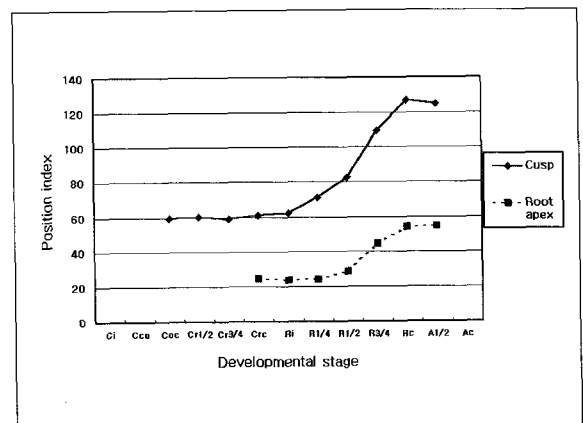


Fig. 6. The cusp and root terminus position indices of lateral incisor according to the tooth developmental stage.

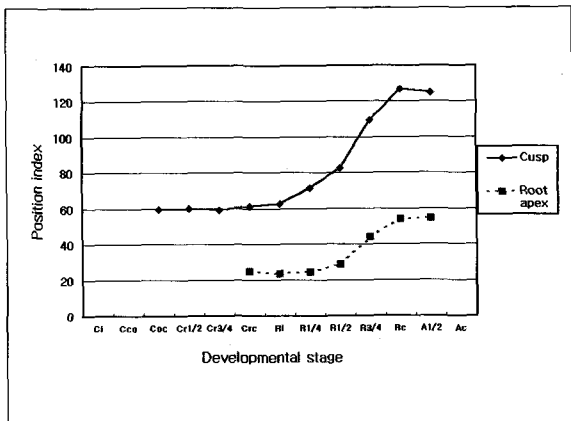


Fig. 7. The cusp and root terminus position indices of canine according to the tooth developmental stage.

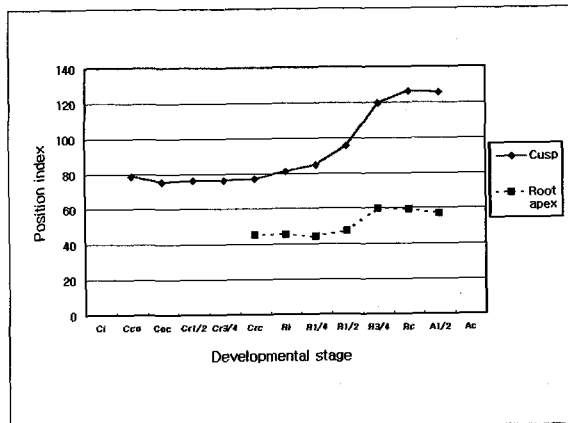


Fig. 8. The cusp and root terminus position indices of first premolar according to the tooth developmental stage.

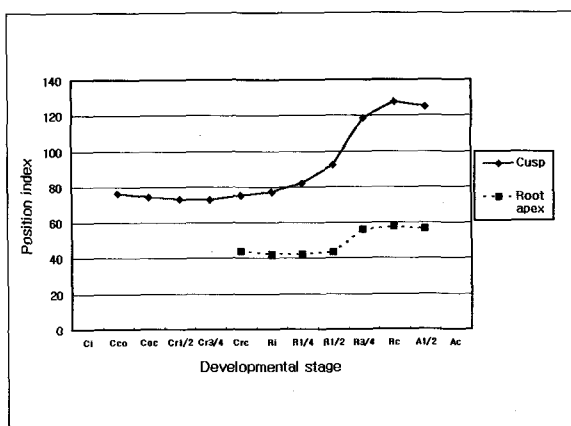


Fig. 9. The cusp and root terminus position indices of second premolar according to the tooth developmental stage.

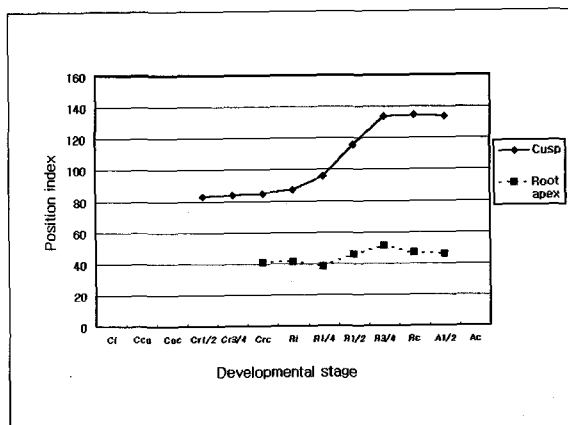


Fig. 10. The cusp and root terminus position indices of first molar according to the tooth developmental stage.

IV. 고찰

소아의 치과 치료계획을 수립하는 데 있어 성장과 발육의 평가는 매우 중요하다. 각 개인의 신체적 성장발육을 평가하기 위한 방법 중 치아 석회화 정도를 평가하는 것은 치과임상 분야에서 간편하게 이용할 수 있는 방법일 뿐 아니라, 모든 치과 분야와 관련되는 기본 자료로서의 중요성 때문에 많은 연구가 있었다.

치아의 석회화를 연구할 수 있는 방법은 크게 조직학적 관찰과 방사선 사진을 이용한 방법이 있으나, 조직학적 관찰을 통한 연구는 임상적 접근이 힘들다는 측면 때문에 대부분 방사선사진을 이용한 방법이 이용되어 왔다.

지금까지 여러 선학에 의해 치아 석회화 정도와 연령과의 상관관계에 대한 기준치를 제시하고자 많은 종적 연구와 횡적 연구가 있었으며³⁻¹³⁾, 특히 Nolla⁶⁾, Moorrees 등⁷⁾, Demirjian과 Levesque¹⁵⁾는 치아 석회화를 평가할 수 있는 치아발육단계에

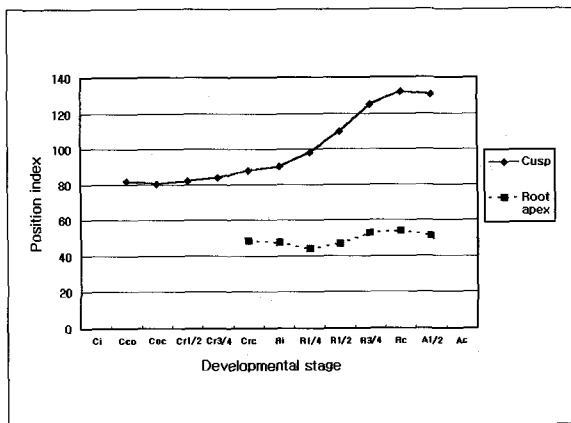


Fig. 11. The cusp and root terminus position indices of second molar according to the tooth developmental stage.

대한 기준을 제시하였다.

치아발육을 평가하기 위한 방사선 촬영방법 중 파노라마 사진촬영은 상, 하악의 전체 악골형태, 전 치아의 상태를 한 장의 사진으로 관찰할 수 있으며, 이에 따라 시간의 절약과 방사선 피폭량의 감소 및 환자의 불편감을 감소시킬 수 있다는 장점 때문에 광범위하게 이용되고 있으나, 상의 왜곡 및 확대율이 많고 특히 상악에서는 중첩상이 많아 치아의 상을 정확하게 판단하기 힘들다³⁶⁾.

이에 본 연구에서는 비교적 상의 중첩이 없어 판독이 용이한 하악치아만을 대상으로 하였으며, 또한 치아의 위치는 방사선 사진상 확대와 성장 발육하는 시기라는 점을 고려하여 절대수가 아닌 상대적인 위치지수로 평가하였다.

치아의 발육에 관하여 Nolla⁶⁾, Levesque 등¹⁴⁾은 좌, 우측 동일치아의 치아발육시기는 차이가 없다고 하였고, 김⁸⁾, 조⁹⁾, 최와 성¹⁰⁾, 박¹¹⁾, 최와 김¹²⁾ 등은 상악과 하악의 동일치아를 비교할 때 하악 치아의 발육이 빠르다고 하였다. 성별에 따른 치아형성 시기에 관하여 대부분의 연구에서는 여아가 남아보다 빨리 형성된다고 하였으나⁸⁻¹³⁾, Garn 등⁴⁾은 나이가 어릴 경우에는 성별에 따른 치아형성 시기 차이가 아주 적지만, 연령이 증가됨에 따라 여아의 치아형성 시기가 앞선다고 하였다. 또 Demerjian과 Levesque¹⁵⁾는 치아발육 시기에 있어 5-6세가 될 때까지는 성별의 차이가 없었으나, 그 후에는 항상 여아가 남아보다 빨랐다고 보고하여 성별에 따른 치아형성 시기는 초기단계와 후기에 있어 차이가 있음을 시사하였다.

치아의 발육은 다양한 요인에 의해 영향받을 수 있는데, Harris와 Hullings²³⁾은 구개열이 있을 경우 해당부위의 치아발

육이 지연된다고 하였으며, Garn 등²¹⁾, Hinrichs²²⁾는 hypopituitarism, hypothyroidism과 같은 내분비계통 질환은 치아의 발육을 지연시킨다고 하였고, 이 외에도 영양상태, 신체의 성장 발육에 의해 영향받을 수 있다고 알려져 있다¹⁸⁾. 그러나 Fanning³⁰⁾, Loevy³⁵⁾는 발거, 치수치료 등의 환경적인 요인은 치아 맹출에는 영향을 미치나 치아의 발육에는 거의 영향이 없다고 하였다.

이에 본 연구는 선학의 연구를 참조하여 치아의 석회화 및 맹출에 영향을 미칠 수 있는 전신적인 질환이 없는 건강한 이동을 대상으로 하였고, 동일치는 좌, 우측 구별없이 합하여 평가하였다. 그러나 초기 석회화의 과정은 파노라마 사진상에서 정확하게 구별하기 힘든 바 평가하지 않았으며, 조사대상의 연령이 3세에서 12세 사이로서 근첨 폐쇄 시기는 종적 연구가 아닌 횡적 연구로서는 정확하게 측정할 수 없는 바 근첨 폐쇄 단계도 평가에서 제외하였다.

치아의 발육시기에 관한 본 연구의 결과에서, 치관의 완료시점은 남아, 여아 각각에서 중절치 3.71, 4.05세, 측절치 4.44, 4.60세, 견치 5.35, 5.11세, 제1소구치 6.62, 6.36세, 제2소구치 7.36, 7.17세, 제1대구치 3.51, 3.69세, 제2대구치 7.90, 7.64세이었고, 치근단이 폐쇄되기 전단계인 A_{1/2}은 중절치 8.70, 8.18세, 측절치 9.55, 8.99세, 견치 12.48, 11.60세, 제1소구치 12.30, 12.01세, 제2소구치 12.19, 12.26세, 제1대구치 9.12, 8.87세, 제2대구치 12.59, 12.45세이었다. 또 치관 및 치근의 석회화 완성 순서는 상, 하악, 남녀에 있어 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 순서로 석회화 되었다.

Table 9. Comparison of age in stage of crown completion on the mandibular permanent teeth

	Nolla (1960)	Kim (1965)	Ahn et al. (2000)	Authors (2001)	
Male	Central incisor	3 yrs 8 mo	4 yrs 2 mo	3 yrs 9 mo	
	Lateral incisor	4 yrs 4 mo	4 yrs 11 mo	4 yrs 5 mo	
	Canine	6 yrs	6 yrs 4 mo	5 yrs 10 mo	5 yrs 4 mo
	1st premolar	7 yrs	7 yrs 1 mo	6 yrs 7 mo	6 yrs 7 mo
	2nd premolar	7 yrs 8 mo	7 yrs 9 mo	7 yrs 5 mo	7 yrs 4 mo
	1st molar	4 yrs	4 yrs 1 mo		3 yrs 6 mo
	2nd molar	8 yrs 2 mo	8 yrs 2 mo	7 yrs 11 mo	7 yrs 11 mo
Female	Central incisor	3 yrs 6 mo	3 yrs 10 mo		4 yrs 1 mo
	Lateral incisor	4 yrs	4 yrs 4 mo		4 yrs 7 mo
	Canine	5 yrs 8 mo	6 yrs	5 yrs 4 mo	5 yrs 1 mo
	1st premolar	6 yrs 6 mo	6 yrs 10 mo	6 yrs 1 mo	6 yrs 4 mo
	2nd premolar	7 yrs 2 mo	7 yrs 4 mo	6 yrs 8 mo	7 yrs 2 mo
	1st molar	3 yrs 10 mo	3 yrs 8 mo		3 yrs 8 mo
	2nd molar	7 yrs	7 yrs 11 mo	7 yrs 4 mo	7 yrs 8 mo

Nolla CM : Development of the permanent teeth, J Dent Child, 27:254-263, 1960.

Kim JT : Roentgenographic studies on the development of mandibular permanent teeth in Korea, K M J, 11:1107-1135, 1965.

Ahn SH, Yang KH, Choi NK : The calcification timing of the permanent teeth by Nolla stage, J Korean Acad Pediatr Dent, 27:540-548, 2000.

본 연구의 전체적인 치아 발육시기는 국내의 1960년대 상태를 조사한 김⁹⁾의 결과보다 다소 빠른 경향을 나타내었고, 최근의 연구인 안 등¹³⁾의 결과와는 유사한 시기를 나타내었다 (Table 9). 이러한 결과는 동일한 민족이라 할지라도 시대의 흐름에 따라 치아형성 시기가 변화될 수 있음을 시사하며, 따라서 그 시대에 적절한 치아형성시기의 기준을 마련하기 위해서는 정기적인 재조사가 필요한 것으로 사료된다.

성별에 따른 치아의 발육시기는 일반적으로 여아가 남아보다 다소 앞서 완료되지만, 치관의 완료시점까지는 대체적으로 통계학적 유의성이 없었고, 치관이 형성되는 시점부터는 여아가 남아보다 빨리 석회화 되는 것으로 나타나, 항상 여아가 남아보다 빨리 완성된다는 국내선학의 연구와는 차이가 있었다.

치아의 석회화 완료는 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 순으로 완료되는 것으로 나타나, 전반적인 형성시기가 이전보다 빨라졌음에도 불구하고 각 치아간의 석회화 순서는 동일하였다.

치아의 맹출은 치조골의 발달에 있어 큰 영향을 미칠 뿐 아니라, 안면 골격의 성장과 발육에 있어서도 매우 중요한 작용을 한다. 치아는 치조골의 성장과 더불어 일생동안 맹출되는데, 이러한 치아맹출은 치아 형성단계와 밀접한 관계를 나타내며^{5,25)}, 일반적으로 동일한 좌, 우측 치아의 맹출형태 및 시기는 거의 일치하지만¹⁴⁾, 여아가 남아보다 빨리 맹출된다^{5,27)}. 치아맹출 자체의 속도는 이미 유전적으로 결정되어 있으며^{18,29)}, 치조골 내부에서 나타나는 맹출속도는 치아 및 연구자에 따라 1일에 1-10 μ m사이로 다양하게 보고되어 있다^{18,24)}. 그러나 동일치아에서도 치조골 내에서의 치아의 맹출속도는 일정하지 않으며^{26,27)}, 치아의 형성단계에 따라 다양한 속도로 교합면을 향해 이동하게 되는데 이들 속도가 지연되면 맹출이 방해받거나 치아유착이 초래될 수 있다.

치아형성에 따른 치아 이동양상에 관하여 Carlson³⁷⁾은 인간의 소구치에 대한 연구에서 치아맹출은 치관이 완료된 후부터 시작되며, 치근의 성장 초기에는 치관의 움직임 없이 치조골의 기저부를 향해 성장하지만, 치근이 성장함에 따라 치관이 교합면을 향해 급격히 움직이게 되고, 치아가 교합을 이룬 후 치근은 다시 치조골 기저부를 향해 이동하게 된다고 하였고, Shumaker 와 Hadary⁹⁾는 하악 영구치의 석회화 및 맹출에 관한 연구에서 교합면을 향한 치아의 이동은 치관이 완료된 시점부터 일어나며, 치관의 완료 후 교합까지 도달하는 시간은 약 5년이 소요된다고 하였다.

그러나 치아의 맹출은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는데, 맹출을 지연시키는 요인으로서 hypothyroidism, hypopituitarism 등의 내분비계통질환^{19,21,22)}, osteopetrosis, mucopolysaccharidosis 등의 전신적인 질환, 쇄골 이형성증, 범랑질 형성 부전증, Down's syndrome 등의 전신적인 요인¹⁸⁾, 맹출공간의 부족, 치아의 맹출을 방해하는 치아중, 낭종 등의 존재, 유치 하방의 큰 치근단 병소 등의 국소적인 요인^{18,32,35)}이 있다. 이에 본 연구에서는 교정적인 치료, 유치의 조기상실, 유

치 치근단 병소에 의해 치조골 파괴가 동반된 경우 및 치아맹출에 영향을 주는 전신적인 질환이 있을 경우에는 조사대상에서 제외하였다.

본 연구의 결과에서 치아 발육단계에 따른 치근단 위치지수와 교두 위치지수는 모든 치아에서 남녀의 차이가 없었다. 그러나 치근의 발육 시기는 여아가 남아보다 앞서 발육하는 것으로 나타나, 치아의 이동은 여아에서 더 조기에 관찰될 수 있을 것으로 사료된다.

남녀 각 치아의 형성단계에 따른 교두 위치지수와 치근단 위치지수가 차이가 없다는 것을 고려하여, 성별의 구별없이 각 치아별로 자료를 합산하여 치아발육에 따른 치아이동을 분석하였다.

이 결과에서 모든 하악 영구치는 치관이 완료될 때 까지는 교합면을 향한 이동이 거의 없이 일정한 위치를 유지하고 있었으나, 치관이 완료된 후 치근의 형성에 따라 급격하게 상방 이동하는 경향을 나타내었고, 치근 3/4 형성시에 다시 일정한 수준을 유지하고 있었다. 치근단의 이동도 치아교두의 이동과 유사하였으나, 치관의 이동보다 다소 늦게 일어나 치근형성 1/4 단계부터 급격하게 교합면 쪽으로 이동하였으며, 치근 3/4 형성시에 더 이상의 움직임 없이 일정한 수준을 유지하였다. 치아가 치조골 정상부를 뚫고 치은으로 이동하는 시점은 중절치, 제1대구치와 제2대구치는 치근 1/4 와 치근 1/2 이 형성되는 시기 사이, 측절치는 치근 1/2 형성시기, 견치, 제1소구치, 제2소구치는 치근 1/2 와 3/4 형성시기 사이에 일어났다.

치아 맹출의 전반적인 과정은 유전에 의해 조절되지만, 치조골 내부에서는 follicle이 중요한 작용을 하며, 치조골을 벗어나 구강내로 맹출된 상태에서는 치근의 성장과 치근 하방에서 골침가가 되는 것이 중요한 역할을 한다고 알려져 있다. 본 연구의 결과, 치관의 이동은 모두 치근형성 시작 이후부터 관찰할 수 있었으며, 치근단도 치관의 이동과 유사한 양상으로 상방으로 이동하였으나 이동거리는 치관의 이동거리에 비해 짧았다. 이는 구강내로 나타나는 치아맹출은 치근성장 단독에 의해 일어나는 것은 아니며, 치근성장에 의한 이동과 더불어 치아자체의 평행이동의 결과가 합하여 나타나는 현상으로 생각된다. 이 결과로서 치아의 맹출은 치근의 성장에 의해 촉진되고 이동하게 되지만, 이외에 follicle, 치근 하방의 골침가, 치주인대 등의 요소가 복합적으로 작용하여 맹출된다고 사료된다.

특히 치근단 3/4 형성시 더 이상의 교합면을 향한 이동은 관찰되지 않은 것으로 미루어 보아 이 시기가 교합을 이루는 시점으로 생각된다. 치조골을 뚫고 치은으로 나가는 치아발육단계는 각 치아에 따라 차이가 있었는데, 많은 전신적 질환에서 치아발육은 되지만 교합면을 향한 이동이 되지 않는 경우를 고려할 때, 본 연구의 치아발육과 치조골내 위치에 관한 자료는 치아의 발육에 따른 정상적인 맹출 여부를 판단하는 자료로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

치아의 석회화가 시작되는 초기의 치배 위치는 중절치, 제1대구치, 제2대구치와 측절치가 교두 위치지수 80 이상의 높은

위치에 존재하였으며, 그 다음 제1소구치, 제2소구치의 순이었으며, 견치는 치관 완료시까지 치배의 교두 위치지수가 약 60으로서 가장 하방에 위치하였다. 특히 치배의 위치가 치조골의 하방에 위치할수록 맹출을 위한 이동거리가 멀게되며 이때 여러 요인에 의해 맹출이 방해받을 가능성이 클 수 있는데, 본 연구에서 하악 견치 및 하악 제2소구치의 초기 형성위치가 다른 치아에 비해 특히 하방에 위치하였으며, 이는 이들 치아의 이소 맹출 및 매복의 증가와 관련이 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 결과 치아의 석회화는 과거보다 조금 빨라지는 경향을 보였으며, 발육단계 초기에는 성별에 따른 형성시기의 차이를 관찰할 수 없었고, 치관형성 이후에는 여아가 남아보다 빨리 형성되었다. 또한 치아의 이동은 치아의 발육과 밀접한 관련이 있는데, 치근의 성장은 치아 맹출에 중요한 역할을 하며, 이와 더불어 follicle, 치주인대 등 여러 가지 요인이 작용할 수 있을 것으로 생각된다. 또 여러 선학의 연구에서 치아의 석회화 시기는 인종, 성별, 시대의 경과 등 여러 가지 요인에 의해 차이가 난다는 보고를 참조할 때, 시대에 따른 정확한 치아 발육시기에 관한 자료를 가지기 위해서는 정기적인 조사가 필요할 것으로 생각되며, 특히 발육의 전체적인 연속성을 관찰할 수 있는 종적인 연구방법이 되었으면 좋을 것으로 생각된다.

V. 결 론

연령과 치아 발육상태 단계와의 상관관계, 치아의 발육에 따른 치아의 이동상태를 평가하기 위하여 최근 5년 이내에 경북대학교 병원에 내원한 남아, 여아 각각 446명, 326명의 파노라마 방사선사진을 대상으로 하여, Moorrees의 기준에 의하여 하악 영구치아의 발육단계를 평가한 후, 발육단계와 연령, 치조골 내 치아의 위치를 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치아의 발육시기는 치관이 완료될 때까지 남, 여의 차이가 없었으나, 치근형성이 되면서 부터는 남아보다 여아에서 더 빨리 발육되는 경향을 나타내었다.
2. 치관형성의 완료시점의 평균연령은 남아 여아 각각에서 중절치 3.71, 4.05세, 측절치 4.44, 4.60세, 견치 5.35, 5.11세, 제1소구치 6.62, 6.36세, 제2소구치 7.36, 7.17세, 제1대구치 3.51, 3.69세, 제2대구치 7.90, 7.64세이었고, 치근단이 폐쇄되기 전단계인 A_{1/2}는 중절치 8.70, 8.18세, 측절치 9.55, 8.99세, 견치 12.48, 11.60세, 제1소구치 12.30, 12.01세, 제2소구치 12.19, 12.26세, 제1대구치 9.12, 8.87세, 제2대구치 12.59, 12.45세이었다.
3. 치조골내의 교두점 위치는 치관형성 완료시까지는 거의 변화가 없었으나, 치근이 형성됨에 따라 빠르게 교합평면을 향해 이동하였고, 치근형성 완료단계(Rc)에서 다시 움직임 없이 정제되었다.
4. 치근단의 위치는 치관형성 시작부터 치근 1/4 형성시까지 일정한 위치에 유지되었으나, 그 후에 급격하게 교합면 쪽으로 이동하였고, 치근 3/4 형성시점부터 비교적 일정한 위치

에 유지되었다.

5. 치아가 치조골 정상부를 뚫고 치은으로 이동하는 발육단계는 각 치아마다 차이가 있었다.
6. 치아의 석회화가 시작되는 초기의 치배 위치는 견치가 가장 하방에 위치하였으며, 그 다음이 제2소구치, 제1소구치, 측절치, 제2대구치, 제1대구치 순이었고, 중절치가 가장 상방에 위치하였다.

참고문헌

1. Schour I, Massler M : The development of the human dentition, JADA, 28:1153-1160, 1941.
2. Kraus BS : Calcification of the deciduous teeth, JADA, 59:1128-1136, 1959.
3. Garn SM, Lewis AB, Shoemaker DW : The sequence of calcification of the mandibular molar and premolar teeth, J Dent Res, 35:551-561, 1956.
4. Garn SM, Lewis AB, Koski K, Pollacheck DL : The sex difference in tooth calcification, J Dent Res, 37:561-567, 1958.
5. Shumaker DB, El Hadary MS : Roentgenographic study of eruption, JADA, 61: 536-541, 1960.
6. Nolla CM : The development of the permanent teeth, J Dent Child, 7:254-263, 1960.
7. Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE Jr : Age variation of formation stages for ten permanent teeth, J Dent Res, 42:1490-1952, 1963.
8. 김진태 : 한국인 하악 영구치 발육에 관한 X선학적 연구, 종합의학, 11:1107-1135, 1965.
9. 조사현 : Orthopantomograph에 의한 영구치 치관석회화에 관한 연구, 대한치과의사협회지, 11:787-799, 1973.
10. 최상렬, 성백균 : 한국인 치아발육에 관한 연구, 대한치과협회지, 9:593-604, 1972.
11. 박병덕 : Orthopantomography에 의한 영구치 치근석회화에 관한 연구, 대한치과협회지, 12:393-407, 1974.
12. 최병재, 김은영 : 파노라마 방사선사진을 이용한 영구치 발육에 관한 연구, 대한소아치과학회지, 23:170-177, 1996.
13. 안상현, 양규호, 최남기 : Nolla stage에 의한 영구치의 석회화 시기에 대한 연구, 대한소아치과학회지, 27:540-548, 2000.
14. Levesque GY, Demirjian A, Tanguay R : Sexual dimorphism in the development, emergence and agenesis of the third molar, J Dent Res, 10:1735-1741, 1981.
15. Demirjian A, Levesque GY : Sexual difference in dental development and prediction of emergence, J

- Dent Res, 59:1110-1122, 1980.
16. Sato S, Parsons P : Eruption of permanent teeth. A color atlas, 1st ed, Ishiyaku EuroAmerica Inc, St Louis-Tokyo, Japan, p86. 1990.
 17. Garn SM, Sandusky ST, Nagy JM, Trowbridge FL : Negro-caucasoid differencies in permanent tooth emergence at a constant income level, Arch Oral Biol, 18: 609-615, 1973.
 18. Andreasen JO, Petersen JK, Laskin DM : Textbook and color atlas of tooth impactions, 1st ed, Munksgaard, Copenhagen, pp 50-91, 1997.
 19. Garn SM, Lewis AB, Kerewsky RS : Genetic, nutritional, and maturational correlates of dental development, J Dent Res, 44:228-242, 1965.
 20. Engstrom C, Engstrom H, Sagne S : Lower third molar development in relation to skeletal maturity and chronologic age, Angle Orthod, 53:97-106, 1983.
 21. Garn SM, Lewis AB, Blizzard RM : Endocrine factors in dental development, J Dent Res, 44:243-258, 1965.
 22. Hinrichs EH Jr : Dental changes in juvenile hypothyroidism, ASDC J Dent Child, 33:167-173, 1966.
 23. Harris EF, Hullings JG : Delayed dental development in children with isolated cleft lip and palate, Arch Oral Biol, 35:469-473, 1990.
 24. Marks SC, Schroeder HE : Tooth eruption : Theories and facts, Anat Rec, 245: 374-393, 1996.
 25. Dienstein B : Tooth development and eruption II. Biometric analysis of the histologic relationship of the root of the mandibular first molar of the rat in growth and eruption to the lower border of the mandible, J Dent Res, 35:479-490, 1956.
 26. Smith RG : A clinical study into the rate of eruption of some human permanent teeth, Arch Oral Biol, 25:675-681, 1980.
 27. Feasby WH : A radiographic study of dental eruption, Am J Orthod, 80:554-559, 1981.
 28. 차문호 : 한국인 영구치의 맹출시기에 대한 연구, 종합의학, 8:1221-1301, 1963.
 29. Arvystas MG : Familial generalized delayed eruption of the dentition with short stature, Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 41:235-243, 1976.
 30. Fanning EA : Effect of extraction of deciduous molars on the formation and eruption of their successors, Angle Orthod, 32:44-53, 1962.
 31. Korf SR : The eruption of permanent central incisors following premature loss of their antecedents, ASDC J Dent Child, 32:39-44, 1965.
 32. Johnsen DC : Prevalence of delayed emergence of permanent teeth as a result of local factors, JADA, 94:100-106, 1977.
 33. Greer GW, Artese A, Gutierrez A, Van Ness AL : Effect of extraction in the early mixed dentition on the eruption of the first premolars in Macaca Nemestrina, Angle Orthod, 50:34-40, 1980.
 34. Loevy HT, Crawford JG : Effect of pulpotomies on eruption of succedaneous premolars, Quintessence Int, 22:795-800, 1991.
 35. Loevy HT : The effect of primary teeth extraction on the eruption of succedaneous premolars, JADA, 118:715-718, 1989.
 36. 대한국강안안면 방사선학회 : 구강악안면방사선학, 제2판, 이우문화사, pp128-147, 1996.
 37. Carlson H : Studies on the rate and amount of eruption of certain human teeth, Am J Orthod, 30:575-588, 1944.

Reprint request to:

Soon-Hyeun Nam, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

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

101, 2ga, Dongin-dong, Joong-gu, Daegu, 700-422, Korea

E-mail : shnam@knu.ac.kr

Abstract

RELATIONSHIP BETWEEN THE DEVELOPMENTAL STAGE AND CHRONOLOGICAL AGE,
AND THE CHANGES OF TOOTH POSITION IN RELATION TO THE TOOTH DEVELOPMENT
ON MANDIBULAR PERMANENT TEETH

Hyun-Mi Kim, Seung-Duck Yang, Hyun-Jung Kim, Young-Jin Kim, Soon-Hyeun Nam

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

The purposes of this study were to evaluate the timing of tooth calcification and the change of tooth position with tooth developmental stage on the mandibular teeth. Seven hundred seventy two children (male:446, female:326), 3 to 12 years of age were examined radiographically with panoramic film. Dental development was determined by inspecting radiographs and assigning a rating according to consecutive stages defined by Moorrees, and tooth cusp position and root terminus position were measured from the lower border of mandibular body and calculated the position index to evaluate the movement of tooth with developmental stage.

The results were as follows.

1. There were no significant differences between boys and girls in the timing of calcification until crown completion, but timing of calcification tend to be faster in girls than in boys after root initiation stage.
2. In terms of mean age, crown completion of central incisor in boys and girls occurred at the age of 3.71, 4.05 years, at 4.44, 4.60 years for the lateral incisor, at 5.35, 5.11 years for the canine, at 6.62, 6.36 years for the first premolar, at 7.36, 7.17 years of second premolar, at 3.51, 3.69 years of first molar, and at 7.90, 7.64 years for the second molar respectively. Apex 1/2 closed stage of central incisor occurred at the age of 8.70 in boys, 8.18 in girls, at 9.55, 8.99 years for the lateral incisor, at 12.48, 11.60 years for the canine, at 12.30, 12.01 years for the first premolar, at 12.19, 12.26 years of second premolar, at 9.12, 8.87 years of first molar, and at 12.59, 12.45 years for the second molar respectively.
3. There was no noticeable movement of cusp tip until crown completion (Crc), but showed rapid movement toward occlusion plane after root initiation(Ri) and again maintain stable position after root completion stage(Rc).
4. Root terminus position was stable until root 1/4 formation stage(R1/4), followed by rapid movement toward occlusal plane and was stable again after root 3/4 formation stage(R3/4).
5. Developmental stage at the time of alveolar bone penetration by cusp tip varied with each of the permanent teeth.
6. Canine tooth follicle was at the lowest position in the mandibular body during the early stage of calcification, followed by second premolar, first premolar, lateral incisor, second molar, first molar and central incisor in order.

Key words : Time of tooth developmental stage, Eruption, Tooth cusp position index, Root terminal position index