

발육중인 영구치의 파노라마 방사선 사진 계측을 이용한 연령 추정

최은영 · 양규호 · 최남기 · 김선미

전남대학교 치의학 전문대학원 소아치과학교실, 치의학 연구소 및 2단계 BK21 사업단

국문초록

본 연구는 혼합치열기 아동에 있어서 연령을 추정하는데 치아의 발육을 이용하면서 치아발육의 평가에 객관적인 수치를 이용하여 방정식을 도출함으로써 간단하게 연령을 추정할 수 있는 방법을 연구하고자 하였다. 이를 위해 2002년에서 2004년까지 전남대학교 병원에 내원한 환자 중 7~9세 어린이 120명을 대상으로 얻어진 파노라마 방사선사진을 이용하여 Mornstad에 의해 제시된 발육치아의 치관 길이, 치근 길이, 치근단공 너비를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연령과 상관성이 높은 계측치로 남아에서는 제 2대구치 치관 길이, 제 1대구치 치근 길이, 제 1소구치 치근단공 너비가 높은 상관성을 보인 반면 여아에서는 제 2소구치 치관 길이, 제 2대구치 치근 길이, 제 1대구치 치근단공 너비가 높은 상관성을 보였다.
2. 상관성이 높은 계측치를 중다선형회귀분석을 사용하여 역령과 연관시켜 연령추정 방정식을 산출하였다.

$$\text{남아(개월)} = 43.958 + \text{하악 제 2대구치 치관 길이} \times 4.392$$

$$+ \text{하악 제 1대구치 치근 길이} \times 2.255$$

$$- \text{하악 제 1소구치 치근단공 너비} \times 2.046$$

$$\text{여아(개월)} = 75.213 + \text{하악 제 2소구치 치관 길이} \times 3.910$$

$$+ \text{하악 제 2대구치 치근 길이} \times 2.280$$

$$- \text{하악 제 1대구치 치근단공 너비} \times 6.217$$

위 식을 토대로 측정에 사용되지 않은 남녀 각각 10명의 파노라마 방사선사진을 이용하여 나이를 추정한 결과 남아에서는 -2.1 ± 6.8 개월의 편차를, 여아에서는 6.1 ± 6.2 개월의 편차를 보였다. 이처럼 연령을 모르는 우리나라의 혼합치열기 아동에서 파노라마 방사선 사진을 이용하여 연령 추정 시 위의 방정식을 사용한다면 비교적 정확하게 연령을 추정할 수 있으리라고 사료된다.

주요어 : 연령추정, 파노라마 방사선사진

I. 서 론

출생일자가 알려져 있지 않거나 호적이 오기되었을 때 그리고 각종 범죄 및 사고 발생시 연령감정은 매우 중요한 과제로서

이때 치아는 다른 어떤 기관이나 장기보다 정확히 연령을 추정할 수 있는 지표가 된다¹⁾.

일반적으로 치아를 이용하여 연령을 추정하는 방법으로는 발생학적 방법, 생리학적 방법, 조직학적 관점에서 검사하는 방법, 생화학적 방법등 크게 4가지로 구별되며 이러한 방법들 중 발생학적 관점은 치아발육이나 맹출 석회화정도 및 치관과 치근길이 비율 등을 이용한 방법으로 소아 및 청소년기에 이용되고 있다.

치아 발육을 통한 나이 측정은 다른 연령 추정법에 비하여 정밀성이 높게 평가되었고 많은 이들이 이를 통한 연령 추정의 정

교신저자 : 양규호

광주광역시 동구 학동 8번지

전남대학교병원 소아치과학교실

Tel: 062-220-5476

E-mail: hellopedo@hanmail.net

확성에 관한 연구를 하였다. 치아 발육을 이용한 연령추정에 있어 Haavikko⁷⁾는 ± 2.3년의 편차를 가졌고 Demirjian 등⁸⁾의 연구에서는 3년의 편차를 보였다. Hagg와 Taranger⁹⁾는 유치와 영구치 모두에서 연령추정의 정확도를 검증하는 연구를 하여 유치에서는 ± 3개월, 영구치에서는 ± 3년으로 영구치에서는 그 정확성이 떨어짐을 보고하였으며, Bruno 등¹⁰⁾의 연구에서는 ± 3세의 격차를 보였다.

이와 같이 치아발육을 이용한 연령감정은 주로 치아발육단계별 분포를 조사하여 연령을 추정하는 것이기 때문에 검사자의 주관에 따라 차이가 날 수 있는 것이 사실이다. 이러한 주관을 배제하고 수리적 방법을 통하여 객관성과 정확성을 높이고자 치관높이, 근침 폭 및 치근 길이 등을 수리적으로 측정하여 연령을 추정하는 방법이 제시되었다. 이와 같은 방법으로 Staaf 등¹¹⁾과 Mornstad 등¹²⁾은 ± 2세의 격차가 있음을 보고하였고 Liversidge 등¹³⁾은 ± 0.5세의 격차로 치아의 발육을 평가하여 나이를 추정한 이전의 방법보다 정확한 방법의 연구결과임을 보고하였다. 이 방법은 주관적 판정을 가능한 배제 할 수 있고 치아 발육을 수치화 하여 좀더 객관적 연령 추정이 가능한 방법이라 하겠다.

본 연구의 목적은 우리나라의 혼합치열기 아동에서 파노라마 방사선 사진을 이용하여 치아 성장의 여러 단계의 주관적인 평가에 기초한 고전적인 방법보다 좀더 객관적인 나이 결정 방법으로 Mornstad 등¹²⁾에 의하여 제시된 연령감정 방법의 하나인 치아성장 동안의 치관길이, 치근 길이, 치근단공의 너비 등을 측정 평가하여 통계학적 검증으로 연령추정 방정식을 도출하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

2002년부터 2004년까지 전남대학교병원 소아치과를 내원한 7 ~ 9세 어린이 150명의 파노라마 방사선 사진이 수집되었으며 연령에 따라 비교적 균등하게 얻어졌다. 파노라마 방사선 사진은 전남대학교병원 치과방사선과에서 3년간 같은 파노라마 기계로 1명의 방사선 기사에 의해 촬영되었다. 치아 발육에 영향을 미칠 전신 질환이나 치아의 상실이 있는 경우, 방사선 사진이 희미하여 판독이 어렵거나 이전에 교정치료를 받은 환자의 사진은 배제되어 총 120개의 방사선 사진이 선별되었다 (Table 1).

2. 연구 방법

나이는 개월 수로 표기하였다. 방사선 사진을 View box상에 놓은 후 투사지에 치아의 계측점들을 표기하여 계측하였다. 다음의 계측치들이 파노라마 방사선 사진 상에서 측정되어 졌다 (Fig. 1). 하악의 치아들을 측정하였으며, 좌·우 모두 측정하여 평균값을 기록하였다. 하악 제 2대구치의 치근단공 너비는 치근단의 발육이 미비하여 측정이 불가능하였기에 계측치에서 제외시켰다.

1) 대구치의 계측

① 치관 길이(Crown length : CL)

- 치관의 가장 높은 부분에서 두 개의 치경부사이의 선상으로부터의 가장 긴 수직거리

② 근심 치근 길이 (Mesial root length : MRL)

- 근심 법랑백악경계에서 치근단까지의 거리

③ 원심 치근 길이 (Distal root length : DRL)

- 원심 법랑백악경계에서 치근단까지의 거리

④ 평균 치근 길이(Average root length : ARL)

- ②와 ③의 평균

⑤ 근심치근의 치근단공 너비(Width of the mesial apical foramen : MAW)

⑥ 원심치근의 치근단공 너비(Width of the distal apical foramen : DAW)

⑦ 평균 치근단공 너비(Average apical foramen width : AAW)

- ⑤와 ⑥의 평균

2) 단근치의 계측

① 치관 길이 (CL)

② 치근길이 (RL)

③ 치근단공 너비 (AW)

3) Error of method

치아 계측 10여일 후 측정에 사용된 파노라마 방사선 사진 중 10개를 무작위로 선택하여 다시 측정 후 처음 계측치와 비교하여 측정상의 오류를 검증하였다. 두 측정치는 paired t-test로 비교하였으며 적률 상관계수가 r=0.889 (p<0.01)로 높은 재현성을 나타내었다.

Table 1. Age distribution of 120 children

Gender \ Age	7 to under 8	8 to under 9	9 to under 10	total
Boys	20	19	22	61
Girls	19	21	19	59
Total	39	40	41	120

3. 통계처리

연령(개월 수로 표기)과 치관 길이, 치근 길이, 치근단공 너비와의 관계를 남녀 각각에서 Pearson 상관분석으로 검사하였다. 이렇게 측정된 계측치들을 중다선형회귀분석을 이용하여

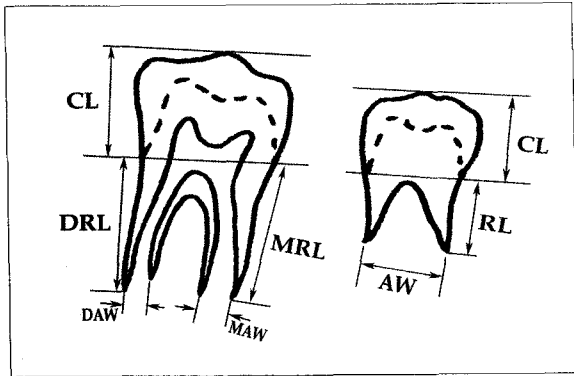


Fig. 1. Distances measured between defined landmarks.
 CL : crown length
 DRL : length of distal root in molars
 MRL : length of mesial roots in molars
 RL : root length of single-rooted teeth
 DAW : width of distal apex in molars
 MAW : width of mesial apex in molars
 AW : width of apex of single-rooted teeth

처리 하였다. 채택가능한 모든 변수를 취한 다음 Stepwise방법에 의해 수리적 모형이 산출되었고 이중 R²값이 가장 높은 방정식을 선택하였다. 부가적으로 방정식의 정확성을 검증하기 위해 측정에 사용되지 않은 남녀 각각 10장의 파노라마 방사선 사진을 이용하여 이들의 방정식을 통하여 나이를 추정하고, 추정된 나이와 실제 나이를 paired t-test로 방정식의 정확도를 검증하였다. 이러한 일련의 통계학적 방법은 SPSS/PC+package를 사용하여 처리하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 연구 결과

각 치아에서 측정된 수치와 나이와의 상관관계는 Pearson 상관계수를 이용하여 측정하였다(Table 2).

남아와 여아에서 상관성이 높은 치아는 각각 다르게 나타났다. 각 계측치 별로 상관성이 높은 치아를 살펴보면 남아는 제 2대구치의 치관길이, 제 1대구치의 치근길이와 제 1소구치의 치근단공너비에서 여아는 제 2소구치의 치관길이, 제 2대구치의 치근길이, 제 1대구치의 치근단공 너비로 나타났다.

위의 계측치들을 사용하여 중다선형회귀분석 가운데 stepwise 분석법에 의해 얻어진 방정식에서 R² 값이 제일 높은 것을 Table 3에 표시하였으며 추정값의 표준편차(Standard error of estimate)도 같이 표기하였다.

Table 2. Pearson's correlation(*r*) between dental measurements and age

		Central incisor	Lateral incisor	Canine	1st premolar	2nd premolar	1st molar	2nd molar
Boy	CL	0.156	0.270*	0.225	0.464**	0.456**	0.315	0.723**
	RL	0.445**	0.647**	0.630**	0.699**	0.567**	0.788**	0.656**
	AW	-0.546**	-0.636**	-0.543**	-0.633**	-0.305*	-0.604**	-
Girl	CL	0.416**	0.543**	0.431**	0.539**	0.690**	0.343**	0.584**
	RL	0.408**	0.560**	0.660**	0.640**	0.604**	0.619**	0.768**
	AW	-0.416**	-0.596**	-0.244	-0.542**	-0.323*	-0.716**	-

CL : crown length, RL : root length and AW : apical width
 Pearson correlation coefficient(*r*).
 * *p*<0.05, ** *p*<0.01

Table 3. Multiple linear regression between age and some distances measured in developing teeth

Sex	Model	<i>r</i>	<i>r</i> ²	se
Boy(months)	43.958 + lower 2nd molar CL× 4.392	0.876	0.768	5.011
	+ lower 1st molar RL× 2.255			
	- lower 1st permolar AW× 2.046			
Girl(months)	75.213 + lower 2nd premolar CL× 3.910	0.903	0.815	4.526
	+ lower 2nd molar RL× 2.280			
	- lower 1st molar AW× 6.217			

r = multiple correlation coefficient, *r*² = degree of explanation,
 se = standard error of estimate
 CL : crown length, RL : root length and AW : apical width

Table 4. Comparison between chronological age and estimatae ages

	N	Correlation	M	SD	SEM
Boy	10	0.932	-2.1000	6.8710	2.1728
Girl	10	0.891	6.1000	6.2441	1.9746
Boy and girl	20	0.861	2.0000	7.6502	1.7106

M : mean difference, SD : standard deviation, SEM : standard error of mean difference

Table 3의 분석으로 도출된 식을 정리해보면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} \text{남아(개월)} &= 43.958 + \text{하악 제 2대구치 치관 길이} \times 4.392 \\ &+ \text{하악 제 1대구치 치근 길이} \times 2.255 \\ &- \text{하악 제 1소구치 치근단공 너비} \times 2.046 \\ \text{여아(개월)} &= 75.213 + \text{하악 제 2소구치 치관 길이} \times 3.910 \\ &+ \text{하악 제 2대구치 치근 길이} \times 2.280 \\ &- \text{하악 제 1대구치 치근단공 너비} \times 6.217 \end{aligned}$$

2. 도출된 방정식의 정확성 검증

측정에 사용되지 않은 남녀 각각 10개의 파노라마 방사선 사진에서 수치를 측정한 후 위 식에 대응하여 나이를 추정하였다. 실제 나이와 추정된 나이를 비교하기 위해 paired t-test를 실시하였다(Table 4).

사용한 통계학적 분석은 오차들의 평균과 표준편차, 그리고 standard error가 함께 얻어졌다. 남아에서는 -2.1 ± 6.8 개월의 오차를 가졌고 여아에서는 6.1 ± 6.2 개월의 오차를 가졌다. 유의성 검증에서도 적률 상관계수가 모두 0.8이상으로 높은 상관성을 보인다.

IV. 총괄 및 고찰

치아 및 악골을 중심으로 하는 악안면 영역은 다른 신체부위에 비하여 증령적 변화가 뚜렷함이 밝혀졌고 Helm¹⁴⁾이나 Demirjian 등¹⁵⁾에 의해서 골격적 성장과 치아 성장의 연관성은 이미 밝혀진 바 있으며 특히 치아의 형성과정은 다른 장기의 발생 및 성장의 경우보다 개인간의 차이 및 다양성이 적어 연령 추정에 최적합한 소견을 갖고 있음은 주지의 사실이다¹⁶⁾.

치아를 이용한 연령 추정의 방법은 다양하다. 치아의 맹출 상태, 치근완성 및 석회화의 상태, 치아의 교모, 마모, 치수강의 협착 정도 등을 주로 이용하고 있다. 이중 성장 중인 아동에서 사용하는 방법으로는 맹출 상태나 치아의 발육정도를 이용하는 것이다.

치아의 발육을 가지고 연령평가를 하는 방법은 많이 행해지고 있다^{11-13,17-19)}. Kullman²⁰⁾은 치근의 발육단계와 치근의 길이 그리고 경추의 성장을 가지고 나이를 추정하는 방법을 제안하였다.

치아 발육을 통한 나이 측정의 정밀성은 상당히 높게 평가되

었고 많은 이들이 이를 통한 연령 추정에 관한 연구를 하였다. 치아 발육 및 석회화를 이용한 연령감정에 관한 연구는 Hunter²¹⁾가 시도한 이래 Schour와 Massle²²⁾, Hess 등²³⁾, Nortje²⁴⁾의 많은 연구를 볼 수 있다. Daito 등²⁵⁾은 제 1 대구치를 이용한 연령 추정을 하였으며 Haavikko⁷⁾, Demirjian 등⁸⁾, Hagg와 Taranger⁹⁾, Bruno 등¹⁰⁾은 치아 맹출에 기초하여 연령을 추정법을 제안하였다. Staaf 등¹¹⁾이 치아발육을 기초로 나이를 추정하는 Haavikko⁷⁾, Liliequist와 Lundberg⁵⁾, Demirjian 등⁸⁾에 의해 고안된 이 3가지의 연령감정 방법들의 정확성을 검증한 결과 평균 $\pm 1.1 \sim \pm 2.1$ 세의 편차가 나타났다고 보고하였다. 국내에서도 유²⁶⁾, 정²⁷⁾, 김²⁸⁾의 많은 연구가 있었고 대부분 제 1대구치, 제 2대구치 및 제 3대구치 발육정도를 파노라마 방사선사진을 이용하여 연령을 추정하였다. 치아의 발육을 측정하는 방법의 단점은 치아 발육의 시기가 주관적으로 평가되고 성장의 많은 도식화된 모델이 하나에 맞춰졌기 때문에 인종간의 오차가 크게 나타난다는 것이다. 치근 길이가 1/2 또는 3/4에 도달했는지 결정하는 것은 검사자에게 어렵고 또한 그러한 결정을 하기 위해 완전히 형성된 치근의 길이를 알아야만 한다. 그러기에 이러한 치근이나 치관의 발육정도로 나이를 측정한 방법들이 2~3년 정도의 오차를 보인다고 보고되었다¹⁰⁾.

이러한 오차를 개선키 위하여 치아의 발육정보보다 각 치아 구조의 길이를 측정하고 이를 회귀분석을 통하여 일련의 방정식을 얻고자 하는 노력이 계속 되었다¹¹⁻¹⁷⁾. Mornstad 등¹²⁾은 파노라마 상에서 치아의 길이를 측정하여 이를 토대로 한 연령 추정법에서 ± 2 세의 격차를 보였으며 이를 발전시켜 Liversidge 등¹³⁾도 역시 치아의 길이측정을 통한 연령 산출에서 ± 0.5 세의 격차를 보여 이전의 치아발육을 이용한 방법보다 더 작은 오차를 보고하였다.

파노라마 방사선 사진 상에서 하악의 모든 영구치의 치관길이, 치근의 길이 및 치근단공 너비를 측정하였다. 하악 치아를 측정에 사용한 이유는 Thanyakarn 등²⁹⁾이 발거된 상하 구치부의 치근 길이와 파노라마 방사선 사진 상에 나타난 길이를 비교한 결과 하악 구치부의 길이 차이는 0.1~0.3mm로 상악(0.4~1.5mm)에 비해 상의 변이가 적다고 보고하였기 때문에 비교적 변이가 적고 상이 명확한 하악 치아를 사용하여 측정하였다.

유사한 연령을 가진 아동에서도 생물학적 발육에 개인차가

존재함을 인지하여야 한다. 연령추정의 최종 목표는 가능한 많은 자료를 수집하여 다른 영향을 주는 다양성을 제거하고 피할 수 없는 개인차만을 남겨두는 것이다. 본 연구에서 실제 나이와 추정된 나이 간 차이는 이러한 개인적 다양성인지 아니면 작은 표본에서 나오는 오차인지는 명확하지 않다.

또한 측정에 사용되는 치아의 선천적 결손이 있거나 치아발육장애를 일으키는 전신질환이 있는 경우에는 사용이 제한되고 또한 치아의 발육이 완성되는 시기에는 사용을 할 수 없는 단점이 있다.

본 연구에서는 Mornstad 등²²⁾이 고안한 통계학적 방법을 사용하여 도출된 방정식에 의해 남아는 제 2대구치의 치관 길이, 제 1대구치의 치근 길이, 제 1소구치의 치근단공의 너비를 여아는 제 2소구치의 치관 길이, 제 2대구치의 치근 길이, 제 1대구치의 치근단공의 너비만을 측정함으로써 연령의 추정이 가능하였다. 정확성 검증에서 2.0 ± 7.65 개월의 편차를 보여주었다.

차후에 표본의 수를 좀더 많이 한다면 연령을 모르는 혼합치열기 아동에서 연령을 추정하기위한 좀더 정확한 방정식을 얻을 수 있을 것이라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 전남대학교병원 소아치과를 내원한 7~9세 남·여 120명의 파노라마 방사선 사진 상에서 발육중인 치아의 치관 길이, 치근단공의 너비 치근 길이를 측정하여 나이와의 상관성을 분석하고 그 분석을 토대로 연령추정 방정식을 도출함으로써 나이추정에 있어서 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연령과 상관성이 높은 계측치로 남아에서는 제 2대구치의 치관길이, 제 1대구치의 치근 길이, 제 1소구치의 치근단공 너비가 높은 상관성을 보인 반면 여아에서는 제 2소구치의 치관 길이, 제 2대구치의 치근 길이, 제 1대구치의 치근단공 너비가 높은 상관성을 보였다.
2. 상관성이 높은 계측치를 중다선형회귀분석을 사용하여 연령과 연관시켜 얻은 연령추정 방정식은

$$\begin{aligned} \text{남아(개월)} &= 43.958 + \text{하악 제 2대구치 치관 길이} \times 4.392 \\ &\quad + \text{하악 제 1대구치 치근 길이} \times 2.255 \\ &\quad - \text{하악 제 1소구치 치근단공 너비} \times 2.046 \\ \text{여아(개월)} &= 75.213 + \text{하악 제 2소구치 치관 길이} \times 3.910 \\ &\quad + \text{하악 제 2대구치 치근 길이} \times 2.280 \\ &\quad - \text{하악 제 1대구치 치근단공 너비} \times 6.217 \end{aligned}$$

이었다.

위의 방정식을 사용하여 측정에 사용되지 않은 남·여 각 10개의 파노라마 방사선사진으로 그 정확도를 측정한 결과 남아에서는 -2.1 ± 6.8 개월, 여아에서는 6.1 ± 6.2 개월의 오차를 가졌다.

위의 방정식은 연령을 모르는 혼합치열기의 아동에 있어서 나이를 추정할 수 있는 방정식으로 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Anderson DL, Thompson GW, Popovich F : Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. J Forensic Sci, 21:191-200, 1976.
2. Lewis AB, Garn SM : The relationship between tooth formation and other maturational factors. J Angle Orthod, 30:70-77, 1960.
3. 김영재, 이상호, 유종만 : 소아의 연령감정에 대한 증례보고. 대한소아치과학회지, 15:89-98, 1988.
4. 이미라, 이상호 : 한국인 사춘기 성장기에서의 수완부 골성속도와 치아발육에 관한 연구. 대한소아치과학회지, 19:215-228, 1992.
5. Lilliequist B, Lundberg M : Skeletal and tooth development. A methodologic investigation. Acta Radiol Diagn (Stockh), 11:97-112, 1971.
6. Mornstad H, Staaf V, Welander U : Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements. Scand J Dent Res, 102:137-143, 1994.
7. Haavikko K : Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. Proc Finn Dent Soc, 70:15-19, 1974.
8. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM : A new system of dental age assessment. Hum Biol, 45:211-227, 1973.
9. Hagg U, Taranger J : Dental development, dental age and tooth counts. Angle orthod, 55:93-107, 1985.
10. Bruno F, Loic L, Pascal A, et al. : New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption. Forensic Sci Int, 132:49-56, 2003.
11. Staaf V, Mornstad H, Welander U : Age estimation based on tooth development : a test of reliability and validity. Scand J Dent Res, 99:281-286, 1991.
12. Mörnstad H, Staaf V, Welander U : Age estimation with the aid of tooth development : a new method based on objective measurements. Scand J Dent Res, 102:137-143, 1994.
13. Liversidge HM, Lyons F, Hector MP : The accuracy of three method of age estimation using radiographic measurements of developing teeth. Forensic Sci Int, 131:22-29, 2003.
14. Helm S : Relationship between dental and skeletal maturation in Danish schoolchildren. Scand J Dent Res, 98:313-317, 1990.
15. Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R, et al. :

- Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am J Orthod*, 88:433-438, 1985.
16. 김종열 : 법치학적으로 본 연령감별. *대한치과 의사학회지*, 14:927-932, 1993.
 17. Liversidge HM, Molleson TI : Developing permanent tooth length as an estimate of age. *J Forensic Sci*, 44:917-920, 1999.
 18. Kashyap VK, Koteswara Rao NR : A modified Gustafson method of age estimation from teeth. *Forensic Sci Int*, 47:237-247, 1990.
 19. Davis PJ, Hagg U : The accuracy and precision of the "Demirjian system" when used for age determination in Chinese children. *Swed Dent J*, 18:113-116, 1994.
 20. Kullman L : Accuracy of two dental and one skeletal age estimation method in Swedish adolescents. *Forensic Sci Int*, 75:225-236, 1995.
 21. Hunter J : Treatise on natural history and disease on human teeth. *J Am Dent Assoc*, 22:1131-1155, 1935.
 22. Schour I, Massle M : Studies in tooth development the growth of human teeth. *J Am Dent Asso*, 27:1778, 1940.
 23. Hess AF, Lewis JM, Roman B : Radiographic study of calcification of teeth from birth to adolescence. *D Cosmos*, 74:1053, 1932.
 24. Nortje CJ : The permanent mandibular third molar. Its value in age determination. *J Forensic Odontostomatol*, 1:27-31, 1983.
 25. Daito M, Kawahara S, Tanaka M, et al. : Calcification of the permanent first molars observed in panoramic radiographs. *J Osaka Dent Univ*, 23:45-55, 1989.
 26. 유종덕 : 한국인 태아의 하악치아에 있어서 석회화에 관한 X선 해부학적 연구. *종합의학*, 7:79-97, 1962.
 27. 정광현 : 한국인 하악 제1대구치의 발육에 관한 X-선학적 연구. *종합의학* 8:109-115, 1963.
 28. 김진태 : 한국인의 하악 영구치 발육에 관한 X-선학적 연구. *종합의학*, 10:43-70, 1965.
 29. Thanyakarn C, Hansen K, Rohlin M : Measurements of tooth length in panoramic radiographs. 2: Observer performance. *Dentomaxillofac Radiol*, 21:31-35, 1992.

Abstract

AGE ESTIMATION USING PANORAMIC RADIOGRAPHS OF
DEVELOPING PERMANENT TEETH

Eun-Young Choi, Kyu-Ho Yang, Nam-Ki Choi, Seon-Mi Kim

*Department of Pediatric Dentistry, Chonnam National University School of Dentistry,
Dental Research Institute and Second Stage of BK21*

The aim of this study was to test whether metric measurements of crown length, root length and apex width during tooth development could be a better basis for correlation with age than the classical methods based on subjective estimations of various stages of tooth development.

Panoramic radiographs of 120 children, aged 7 to 9 years, were collected from the department of the pediatric dentistry of Chonnam National University Hospital, Korea. The methods of Mornstad was used to estimate age. The structures measured were crown length, root length and apex width in panoramic radiographic.

The results were as follows :

1. In the boys, it showed higher correlation between lower 2nd molar crown length, lower 1st molar root length or lower 1st permolar apical width and age. In the girls, it showed higher correlation between lower 2nd premolar crown length, lower 2nd molar root length or lower 1st molar apical width and age.
2. With the aid of a multiple regression model, a linear relationship between some of these distances and age was shown.

$$\begin{aligned} \text{Boy(months)} = & 43.958 + \text{lower 2nd molar crown length} \times 4.392 \\ & + \text{lower 1st molar root length} \times 2.255 \\ & - \text{lower 1st permolar apical width} \times 2.046 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Girl(months)} = & 75.213 + \text{lower 2nd premolar crown length} \times 3.910 \\ & + \text{lower 2nd molar root length} \times 2.280 \\ & - \text{lower 1st molar apical width} \times 6.217 \end{aligned}$$

Age was estimated in boys and girls using the mathematic model; the mean difference between chronological and estimated ages was -2.1 ± 6.8 months for boys and 6.1 ± 6.2 months for girls. Therefore, it seems to be more accurate and easier than the earlier methods.

Key words : Age estimation, Panoramic radiographs