

영구치의 치근발육과 맹출시기의 분류에 관한 연구

원광대학교 치과대학 구강내과학 교실, 원광치의학연구소

김 재 창 · 한 경 수

목 차

- I. 서 론
- II. 연구대상 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

연령은 흔히 연대적 경과를 기록한 증명적 연령(chronological age)과 신체의 성숙도를 나타내는 생리적, 발육적 연령(physiologic, developmental age)으로 대별된다^{1,2)}. 이중 생리적 연령이 개인의 신체성숙도를 보다 잘 반영하여 치의학의 경우 소아치과학, 예방교정학 등의 임상과 증명적 연령이 밝혀져 있지 않은 개인에 대한 연령감정을 위한 법치의학에서 이용될 수 있다^{3,4)}. 생리적 연령의 지표로는 신장, 체중, 모발, 치아, 골 등이 주로 이용되며, 이중 치아는 증명에 따른 변화에서 개인차가 가장 적은 것으로 알려져 있다^{4,5,6,7,8)}.

치아를 이용한 연령감정의 참고자료로는 치아의 맹출시거나 석회화 정도에 대한 관찰^{2,3,9,10,11,12)}, 비중과 경도의 측정, 교모도와 투명도, 이차 상아질과 백악질의 침착, 치주조직의 변화 등을 포함하는 치아의 미세조직변화에 대한 검

사^{5,13)}와 최근 치아내 아미노산의 라세미화 반응 속도를 추정하여 연령을 감정하는 방법⁶⁾ 등이 제시되고 있다. 이들 방법중 치아의 맹출시기와 석회화 정도를 평가하는 방법은 주로 치아발육이 완성되지 않은 유아나 소아 및 사춘기 청소년을 대상으로 하는데 치아를 발거하지 않고도 조사가 가능하며, 출생후부터 제2대구치의 치근석회화가 완성되는 16~17세까지의 연령을 추정하는데 효과적이면서도 비교적 정확하다고 알려져 있어 최근에는 제3대구치에 대한 연구를 통해 연령감정의 범위가 20세전후까지 확대되고 있다^{14,15)}.

치아발육에 대한 분류와 정의에서 유치의 경우 출생전에 치아가 형성되고 석회화가 진행되어 일정한 시기를 지나면서 맹출되고 치근이 완성된다고 알려져 왔다. 치아의 발육 및 석회화에 대해 Schour등¹⁵⁾, Nolla²⁾, Moorrees등¹⁶⁾, Lilliequist등¹⁸⁾, Crossner등¹⁸⁾의 연구들이 있었으며, 한국인 치아의 발육을 대상으로 한 연구는 김¹²⁾, 고등³⁾, 이등²⁰⁾, 김⁹⁾에 의해 수행되었다. 이들 연구중 실제 임상과 여러 연구에서 가장 많이 이용되어온 Nolla²⁾의 석회화 단계에 대한 분류를 살펴보면, 총 10단계의 분류기준 중 치관의 발육단계를 6단계로, 치근의 발육단계를 4단계로 구분하였으나, 많은 연구에서 치관발육보다 치근발육에 더 많은 기간이 소요되는 것으로 나타났고^{7,14,18)}, 따라서 치근의 발육에 대해 보다 세분화된 단계의 적용을 위한 연구가 수행될 필요가 있다. 치아의 맹출은 치관의 일부가 최초로 구강내에

출현하는 시기로부터 치관이 완전히 교합평면에 도달하는 시기까지 계속적으로 이루어지는 일련의 과정으로^{21,22)}, Lo등²³⁾, 차²⁴⁾, Carlos등²⁵⁾, Savara²⁶⁾, 문등²⁷⁾의 연구가 있었으나 맹출시기에 대한 판정기준을 단지 맹출여부에만 두고 있어서 증령에 따른 변화를 반영하지 못하였고, 황등²²⁾, 신²¹⁾에 의해 치아의 맹출과정을 단계적으로 관찰한 연구가 수행되었으나 역시 세분화하여 조사할 필요성이 있다.

식생활의 개선과 생활환경의 변화로 인해 신체성숙도가 변화되고, 생리적 연령지표에 대한 새로운 기준이 요구되는 상황에서, 본 연구의 목적은 치아의 발육과 맹출에 대해 보다 세분화된 기준을 마련하며 연령감정에 관한 자료를 얻는데 있다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

원광대학교 치과대학병원에 내원한 환자중 과거 치아발육에 영향을 주는 전신질환의 병력이 없으며 보철이나 교정 등의 교합치료를 경험하지 않은 4.9세~19.8세 사이의 184명을 대상으로 하였다.

2. 연구방법

① 치아발육의 판정

방사선사진상 치아의 석회화 판정을 위해 모든 대상자에서 상·하악 양측의 제1소구치로부

Table 1. Tooth calcification stages of crown and root by Nolla

| | |
|---------|---|
| Stage 1 | Presence of crypt (골포의 출현을 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 2 | Initial calcification (석회화 개시를 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 3 | One-third of crown completed (치관이 1/3 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 4 | Two-thirds of crown completed (치관이 2/3 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 5 | Crown almost completed (치관이 완성에 도달하지 못한 경우) |
| Stage 6 | Crown completed (치관이 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 7 | One-third of root completed (치근이 1/3 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 8 | Two-third of root completed (치근이 2/3 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 9 | Root almost completed - open apex (치근이 전장에 거의 도달하였으며, 근단공이 아직 폐쇄되지 않은 경우) |
| Stage10 | Apical end of root completed (치근이 완성되고 근단공이 폐쇄된 경우) |

Table 2. Tooth calcification stages of crown and root by Kim

| | |
|------------------|--|
| Stage 1~ Stage 6 | Same as the calcification stages of crown by Nolla (Nolla의 판정기준과 동일) |
| Stage 7 | One-fourth of root completed (치근이 1/4 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 8 | One-third of root completed (치근이 1/3 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 9 | half of root completed (치근이 1/2 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 10 | Two-thirds of root completed (치근이 2/3 완성되었다고 인정할 수 있는 경우) |
| Stage 11 | Root almost completed (치근이 전장에 도달하였다고 인정할 수 없는 경우) |
| Stage 12 | Root length completed-open apex (치근이 전장에 도달하였으나 근단공이 아직 폐쇄되지 않은 경우) |
| Stage 13 | Apical end of root completed (근단공이 폐쇄된 경우) |

Calcification stages of crown : Same as Nolla's



Calcification stages of root

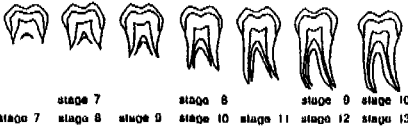


Figure 1. Schematic diagrams on calcification stages by Nolla and by Kim

터 제2대구치까지 16개 치아에 대해 구내 표준 촬영을 시행하였으며, 각각의 치아에 대해 Nolla에 의한 치관과 치근의 석회화 10단계(Table 1)를 기준하여 판정하였고, 다시 치근석회화 4단계를 세분하여 저자가 고안한 7단계(Table 2, Figure 1)에 대해 독립적으로 판정하여 기록하였다. 이 과정에서 상악 치아의 기록은 방사선 촬영상의 단축 그리고 상악동 하연과 관골의 중첩 등으로 인한 판정상 어려움으로 누락시켰다.

② 치아맹출도의 판정

통법에 따라 대상자의 석고모형을 제작하였고 상,하악 전 치아에 대해 치아의 맹출도를 다음과 같은 기준에 따라 절치와 견치를 포함한 전치부는 각 4단계로, 소구치와 대구치는 각 5단계로 분류하여 조사하였다.

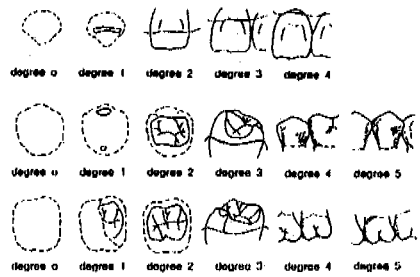


Figure 2. Schematic diagram on degree of eruption by Kim

③ 통계처리

치아의 발육시기별 연령범위에 관해서는 일원 분산분석중 Duncan검정법을, 연령별 치아맹출도는 단순평균을, 각 치아를 이용한 연령추정에는 유의한 요인만을 사용한 다중회귀분석중 후진제거법으로 회귀방정식을 구하였으며 사용된 통계프로그램은 SAS/Stat 프로그램이다.

III. 연구성적

저자에 의한 치아발육 13단계의 단계별 평균 연령에서 치관의 석회화완성(6단계)연령은 하악 좌측 제1소구치 7.6세, 제2소구치 8.0세, 제2대구치 9.2세였고, 하악 우측 제1소구치 7.9세, 제2소구치 8.0세, 제2대구치 8.3세였다. 연령은 대체로 발육단계의 진행에 따라 증가하였고, 좌우 치아

Table 3. Degree of eruption applied to each tooth

| Degree | Incisor, Canine | Premolar | Molar |
|----------|---------------------|--|--|
| Degree 0 | Unerupted | unerupted | Unerupted |
| Degree 1 | Cusp tip erupted | 1 cusp erupted | 1~3 cusps erupted |
| Degree 2 | Crown 1/2 erupted | 2 cusps erupted | 4~5 cusps erupted |
| Degree 3 | Cingulum erupted | Crown 1/2 erupted | Crown 1/2 erupted |
| Degree 4 | Crown fully erupted | Not reached to occlusal plane or occluding teeth | Not reached to occlusal plane or occluding teeth |
| Degree 5 | | Crown fully erupted | Crown fully erupted |

Table 4. Mean age by calcification stages of crown and root by Kim's classification

| Stages | #47 | #46 | #45 | #44 | #34 | #35 | #36 | #37 |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Stage 3 | | | 5.2±0.1 | | | 5.2±0.1 | | |
| Stage 4 | 6.9±0.8 | | 7.2±1.5 | | | 7.2±1.5 | | 6.9±1.0 |
| Stage 5 | 7.9±0.7 | | 7.0±1.6 | | | 7.0±1.3 | | 8.5±1.5 |
| Stage 6 | 8.3±1.0 | | 8.0±1.1 | 7.9±1.7 | 7.6±1.7 | 8.0±1.2 | | 9.2±1.9 |
| Stage 7 | 9.5±1.7 | | 8.5±1.1 | 7.8±0.9 | 8.0±0.7 | 8.8±1.3 | | 9.0±1.0 |
| Stage 8 | 9.7±0.8 | | 9.7±0.9 | 8.7±1.0 | 8.6±1.2 | 9.6±1.0 | 5.1±0.2 | 9.9±1.2 |
| Stage 9 | 11.6±1.6 | 6.6±1.7 | 11.1±2.4 | 10.0±1.7 | 9.9±2.2 | 10.7±2.3 | 6.2±1.1 | 11.6±1.7 |
| Stage10 | 11.3±1.4 | 8.6±3.1 | 10.6±1.5 | 11.2±2.2 | 10.9±1.9 | 11.0±1.5 | 8.3±2.8 | 11.5±1.3 |
| Stage11 | 13.0±1.6 | 8.3±0.9 | 12.9±1.3 | 11.6±1.2 | 11.9±1.1 | 12.8±1.3 | 8.6±1.2 | 13.5±1.9 |
| Stage12 | 14.3±1.6 | 10.5±1.8 | 14.0±2.1 | 13.8±1.8 | 13.8±1.7 | 13.9±2.2 | 10.4±1.8 | 14.1±1.7 |
| Stage13 | 16.0±1.7 | 14.3±2.2 | 15.2±1.8 | 15.0±2.0 | 14.9±2.0 | 15.2±1.8 | 14.3±2.2 | 15.7±1.7 |
| p | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 | 0.0001 |

간에 유의한 차이는 없었다. 치근발육중 근단공의 폐쇄만 남겨둔 12단계에 이르는 시기는 소구치의 경우 14세직전, 제 1대구치는 10.5세정도에, 제2대구치는 14세직후로 관찰되어 소구치와 제2대구치간에 차이가 적었다(Table 4).

치아맹출개시는 상악치아에서는 제1대구치, 중절치, 측절치, 제1소구치, 제2소구치, 견치, 제2대구치의 순으로 이루어지고, 하악치아의 경우 중절치, 제1대구치, 측절치, 제1소구치, 견치 또는 제2소구치, 제2대구치의 순으로 이루어진다. 그러나 맹출완성시기는 상,하악 모두 절치가 제1대구치에 비해 근소하게 빠른 것으로 나타났으며 대체로 하악이 대응하는 상악치아에 비해 근소하게 먼저 맹출되었다(Table 5, 6).

치근발육에 관해 Nolla의 4단계분류와 더욱 세분한 저자의 7단계분류의 연령을 비교하였다(Table 7). Nolla와 저자의 치근형성 단계에 대한 정의에 따라 동일한 시기인 치근 1/3형성(Nolla's stage 7/Kim's stage 8), 치근 2/3형성(Nolla's stage 8/Kim's stage 10), 치근이 전장에 도달하였으나 근단공이 폐쇄되지 않은 단계(Nolla's stage 9/Kim's stage 12)에 해당하는 연

령은 하악 좌측 제1소구치에서 각각 8.7/8.6, 10.3/10.9, 13.3/13.8세이고 제2소구치에서 9.5/9.6, 11.0/11.0, 13.6/13.9세이며 제1대구치에서 5.7/5.1, 7.4/8.3, 9.8/10.4세이며 제2대구치에서 9.8/9.9, 11.5/11.5, 14.0/14.1세이었다. 하악 우측 제1소구치에서는 각각 8.7/8.7, 10.4/11.1, 13.1/13.8세이고 제2소구치는 9.5/9.7, 10.9/11.1, 13.7/14.0세이며 제1대구치에서는 5.7/4.9, 7.4/8.3, 9.9/10.5세이며 제2대구치에서는 9.7/9.7, 11.5/11.6, 14.0/14.3세이었다.

저자의 치아맹출도(DE) 및 치아발육 13단계(Ks), 그리고 Nolla의 치아발육 10단계(Ns)를 이용하여 다음과 같은 다중회귀방정식을 구하였다(Table 8).

IV. 총괄 및 고찰

치아의 발육과 맹출은 여러 기초 및 임상치의학 분야 뿐 아니라 법의학적인 측면에서도 매우 중요한 관심사로 이에 관해 많은 연구가 수행되어 왔다. 문헌에 따르면 치아의 발육과 맹출은 인종적 차이를 갖으며, 이러한 인종적 차이가 유

Table 5. Degree of eruption of upper teeth in each age

| Age | #11 | #12 | #13 | #14 | #15 | #16 | #17 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5<age≤ 6 | | | | | | 0.8±1.5 | |
| 6<age≤ 7 | 0.5±1.2 | | | | | 1.7±1.2 | |
| 7<age≤ 8 | 2.0±1.5 | 1.1±1.4 | | 0.8±1.4 | 0.2±0.1 | 3.1±0.7 | |
| 8<age≤ 9 | 3.3±0.6 | 1.8±1.4 | 0.1±0.2 | 1.1±1.7 | 0.5±1.1 | 3.4±0.5 | |
| 9<age≤10 | 3.5±0.8 | 2.7±1.2 | 0.4±0.8 | 1.6±1.8 | 0.6±1.3 | 3.4±0.8 | |
| 10<age≤11 | 3.5±1.2 | 2.9±1.6 | 1.6±1.9 | 2.4±2.0 | 2.0±2.0 | 3.8±0.8 | 0.6±1.2 |
| 11<age≤12 | 4 | 3.6±0.5 | 2.8±1.5 | 4.1±1.4 | 3.2±1.9 | 4.4±0.6 | 1.2±1.6 |
| 12<age≤13 | 4 | 3.7±0.5 | 3.3±1.1 | 4.4±1.5 | 3.8±1.9 | 4.8±1.5 | 2.4±1.7 |
| 13<age≤14 | 4 | 4 | 3.3±0.9 | 4.9±0.4 | 4.8±0.5 | 5 | 2.6±1.5 |
| 14<age≤15 | 4 | 4 | 3.6±1.2 | 4.1±2.0 | 4.3±1.5 | 5 | 2.9±1.8 |
| 15<age≤16 | 4 | 4 | 3.9±0.3 | 5 | 4.8±0.4 | 5 | 3.3±1.4 |
| 16<age≤17 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4.9±0.3 | 5 | 4.3±0.6 |
| 17<age≤18 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.4±0.9 |
| 18<age≤19 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 19<age≤20 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |

| Age | #21 | #22 | #23 | #24 | #25 | #26 | #27 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5<age≤ 6 | 0.5±1.0 | | | | | 0.8±1.5 | |
| 6<age≤ 7 | 0.5±1.2 | 0.5±1.0 | | | | 1.7±1.4 | |
| 7<age≤ 8 | 2.1±1.3 | 1.1±1.2 | | 0.8±1.5 | 0.2±0.6 | 2.9±0.8 | |
| 8<age≤ 9 | 3.1±1.0 | 2.1±1.4 | 0.1±1.5 | 1.3±1.5 | 0.2±0.7 | 3.4±0.5 | |
| 9<age≤10 | 3.5±0.6 | 2.7±1.2 | 0.5±1.1 | 1.7±1.8 | 0.6±1.3 | 3.5±0.8 | |
| 10<age≤11 | 3.5±1.2 | 2.7±1.8 | 1.7±1.6 | 2.7±1.9 | 1.9±2.1 | 3.8±0.8 | 0.5±1.0 |
| 11<age≤12 | 4 | 3.7±0.5 | 2.7±1.5 | 4.2±1.4 | 3.4±1.8 | 4.3±0.8 | 1.7±1.7 |
| 12<age≤13 | 4 | 3.8±0.4 | 3.3±1.1 | 4.5±0.9 | 3.7±1.7 | 4.9±0.8 | 2.3±1.7 |
| 13<age≤14 | 4 | 4 | 3.4±0.7 | 4.5±0.4 | 4.6±0.5 | 5 | 1.9±2.0 |
| 14<age≤15 | 4 | 4 | 3.6±1.2 | 4.1±2.1 | 4.3±1.5 | 5 | 3.2±1.7 |
| 15<age≤16 | 4 | 4 | 3.9±0.3 | 4.9±0.3 | 4.9±0.3 | 5 | 3.4±1.6 |
| 16<age≤17 | 4 | 4 | 4 | 4.9±0.3 | 4.7±0.7 | 5 | 3.2±1.6 |
| 17<age≤18 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.3±1.0 |
| 18<age≤19 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 19<age≤20 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Table 6. Degree of eruption of lower teeth in each age

| Age | #31 | #32 | #33 | #34 | #35 | #36 | #37 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5<age≤ 6 | 1.5±1.7 | 0.3±0.5 | | | | 1.0±1.4 | |
| 6<age≤ 7 | 2.0±1.1 | 0.5±0.8 | | | | 2.3±1.2 | |
| 7<age≤ 8 | 3.1±1.2 | 2.3±1.6 | | 0.6±1.2 | 0.3±0.9 | 3.0±0.8 | |
| 8<age≤ 9 | 3.8±0.4 | 3.6±0.5 | 0.4±1.0 | 0.4±1.1 | 0.2±0.7 | 3.4±1.0 | |
| 9<age≤10 | 3.8±0.4 | 3.5±0.7 | 1.2±1.6 | 1.5±1.8 | 0.9±1.4 | 3.5±0.8 | 0.2±0.7 |
| 10<age≤11 | 3.4±1.3 | 3.0±1.6 | 2.6±1.6 | 1.8±2.1 | 1.0±1.7 | 3.9±0.7 | 1.0±1.8 |
| 11<age≤12 | 4 | 3.9±0.2 | 3.8±0.6 | 4.2±1.2 | 3.8±1.5 | 4.7±0.5 | 2.4±1.8 |
| 12<age≤13 | 4 | 4 | 3.9±0.3 | 4.8±0.4 | 4.0±1.6 | 4.9±0.2 | 3.2±1.6 |
| 13<age≤14 | 4 | 4 | 3.9±0.4 | 4.7±0.5 | 4.5±0.5 | 5 | 2.5±2.0 |
| 14<age≤15 | 4 | 4 | 3.6±1.2 | 3.9±2.0 | 4.3±1.5 | 5 | 3.6±1.3 |
| 15<age≤16 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4.9±0.3 | 5 | 4.5±0.5 |
| 16<age≤17 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4.2±1.6 | 5 | 3.7±0.9 |
| 17<age≤18 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.6±0.9 |
| 18<age≤19 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 19<age≤20 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |

| Age | #41 | #42 | #43 | #44 | #45 | #46 | #47 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 5<age≤ 6 | 1.5±1.7 | 0.8±1.0 | | | | 1.0±1.4 | |
| 6<age≤ 7 | 2.0±1.1 | | | | | 2.5±1.2 | |
| 7<age≤ 8 | 3.1±1.2 | 2.3±1.4 | | 0.6±0.9 | | 3.1±0.6 | |
| 8<age≤ 9 | 3.8±0.4 | 3.5±0.6 | 0.2±0.5 | 0.1±0.3 | 0.2±0.7 | 3.5±0.5 | |
| 9<age≤10 | 3.8±0.4 | 3.5±0.7 | 1.2±1.4 | 1.8±1.8 | 0.9±1.6 | 3.4±0.8 | 0.1±0.2 |
| 10<age≤11 | 3.4±1.3 | 3.1±1.6 | 2.6±1.7 | 2.8±1.8 | 1.7±2.1 | 3.8±0.8 | 1.0±1.6 |
| 11<age≤12 | 4 | 4 | 3.7±0.6 | 4.3±1.2 | 3.6±1.1 | 4.7±1.5 | 2.1±1.7 |
| 12<age≤13 | 4 | 4 | 3.9±0.3 | 4.5±0.8 | 3.9±1.6 | 4.9±0.3 | 3.0±1.6 |
| 13<age≤14 | 4 | 4 | 3.9±0.4 | 4.8±0.5 | 4.4±0.7 | 4.9±0.4 | 2.8±1.9 |
| 14<age≤15 | 4 | 4 | 3.6±1.2 | 4.1±2.0 | 4.3±1.5 | 4.8±0.6 | 3.3±1.4 |
| 15<age≤16 | 4 | 4 | 4 | 4.9±0.3 | 4.9±0.3 | 5 | 4.1±0.6 |
| 16<age≤17 | 4 | 4 | 4 | 4.9±0.3 | 4.1±1.6 | 5 | 4.0±0.9 |
| 17<age≤18 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4.6±0.9 |
| 18<age≤19 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 19<age≤20 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |

Table 7. Mean age in Nolla's and Kim's stages of root development

| Tooth | Nolla's | | Kim's | | Tooth | Nolla's | | Kim's | |
|---------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|--------|---------|---------|
| | Stages | Age | Age | Stages | | Stages | Age | Age | Stages |
| #34 | | | 8.0 | Stage 7 | | | 8.8 | Stage 7 | |
| | Stage 7 | 8.7 | 8.6 | Stage 8 | | Stage 7 | 9.5 | 9.6 | Stage 8 |
| | | | 9.9 | Stage 9 | | | 10.7 | Stage 9 | |
| | Stage 8 | 10.3 | 10.9 | Stage10 | #35 | Stage 8 | 11.0 | 11.0 | Stage10 |
| | | | 11.9 | Stage11 | | | | 12.8 | Stage11 |
| | Stage 9 | 13.3 | 13.8 | Stage12 | | Stage 9 | 13.6 | 13.9 | Stage12 |
| Stage10 | 15.0 | 14.9 | Stage13 | Stage10 | | 15.2 | 15.2 | Stage13 | |
| p | 0.0001 | 0.0001 | p | p | | 0.0001 | 0.0001 | p | |
| #36 | | | | Stage 7 | | | | 9.0 | Stage 7 |
| | Stage 7 | 5.7 | 5.1 | Stage 8 | | Stage 7 | 9.8 | 9.9 | Stage 8 |
| | | | 6.2 | Stage 9 | | | 11.5 | Stage 9 | |
| | Stage 8 | 7.4 | 8.3 | Stage10 | #37 | Stage 8 | 11.5 | 11.6 | Stage10 |
| | | | 8.6 | Stage11 | | | | 13.5 | Stage11 |
| | Stage 9 | 9.8 | 10.4 | Stage12 | | Stage 9 | 14.0 | 14.1 | Stage12 |
| Stage10 | 14.3 | 14.3 | Stage13 | Stage10 | | 15.7 | 15.7 | Stage13 | |
| p | 0.0001 | 0.0001 | p | p | | 0.0001 | 0.0001 | p | |
| #44 | | | 7.8 | Stage 7 | | | | 8.5 | Stage 7 |
| | Stage 7 | 8.7 | 8.7 | Stage 8 | | Stage 7 | 9.5 | 9.7 | Stage 8 |
| | | | 10.0 | Stage 9 | | | 10.6 | Stage 9 | |
| | Stage 8 | 10.4 | 11.1 | Stage10 | #45 | Stage 8 | 10.9 | 11.1 | Stage10 |
| | | | 11.6 | Stage11 | | | | 12.9 | Stage11 |
| | Stage 9 | 13.1 | 13.8 | Stage12 | | Stage 9 | 13.7 | 14.0 | Stage12 |
| Stage10 | 15.0 | 15.0 | Stage13 | Stage10 | | 15.2 | 15.2 | Stage13 | |
| p | 0.0001 | 0.0001 | p | p | | 0.0001 | 0.0001 | p | |
| #46 | | | | Stage 7 | | | | 9.5 | Stage 7 |
| | Stage 7 | 5.7 | 4.9 | Stage 8 | | Stage 7 | 9.7 | 9.7 | Stage 8 |
| | | | 6.6 | Stage 9 | | | 11.3 | Stage 9 | |
| | Stage 8 | 7.4 | 8.3 | Stage10 | #47 | Stage 8 | 11.5 | 11.6 | Stage10 |
| | | | 8.6 | Stage11 | | | | 13.0 | Stage11 |
| | Stage 9 | 9.9 | 10.5 | Stage12 | | Stage 9 | 14.0 | 14.3 | Stage12 |
| Stage10 | 14.3 | 14.3 | Stage13 | Stage10 | | 15.9 | 15.9 | Stage13 | |
| p | 0.0001 | 0.0001 | p | p | | 0.0001 | 0.0001 | p | |

Table 8. Multiple regression equation for age with Kim's(Ks) and Nolla's stages(Ns) of tooth calcification and degree of eruption(DE)

| Tooth | Square of R | Multiple regression equation(Age=) | p |
|-------|-------------|--|--------|
| #34 | 0.64 | $7.55 + 0.76 \times Ks_{34} + 0.80 \times DE_{34} - 0.72 \times Ns_{34}$ | 0.0001 |
| #35 | 0.66 | $7.10 + 0.81 \times Ks_{35} + 0.61 \times DE_{35}$ | 0.0001 |
| #37 | 0.73 | $6.61 + 0.82 \times Ks_{37} + 0.51 \times DE_{37}$ | 0.0001 |
| #44 | 0.66 | $7.02 + 0.62 \times Ks_{44} + 0.82 \times DE_{44}$ | 0.0001 |
| #45 | 0.63 | $8.04 + 0.93 \times Ks_{45} + 0.64 \times DE_{45} - 0.89 \times Ns_{45}$ | 0.0001 |
| #47 | 0.75 | $6.40 + 0.86 \times Ks_{47} + 0.56 \times DE_{47}$ | 0.0001 |

전적 요인보다는 의학적, 사회경제적 요인과 관련되는 것으로 보고 되었다¹⁹⁾. 한편, 최근 광범위해진 의료혜택과 사회경제적 환경변화로 치아의 발육과 맹출에도 많은 변화가 예상되며, 이에 따라 지속적인 연구가 요구되고 있는 실정이다.

방사선적 관찰을 통해 치아의 발육과정을 관찰하는 방법은 대체로 발육단계로 구분한 연구와 성장 길이를 측정하는 연구가 있으며, 그중 1960년 Nolla²⁾는 3세에서 17세까지 각 25명의 소년, 소녀를 대상으로 구내 표준촬영과 교합촬영, 그리고 구외 측방촬영을 이용하여 종적연구를 시행하였고, 치관완성을 6단계, 그리고 치근완성을 4단계로 구분한 총 10단계의 분류기준을 통해 각각 치아별 수치를 합산하여 연령에 따른 평균치를 제시하였다. 이러한 Nolla의 연구는 치아의 석회화를 체계적으로 분류, 적용한 최초의 연구라 할 수 있으며, 오늘날까지 많은 연구와 임상에 두루 이용되고 있다. Moorrees 등¹⁷⁾은 중절치와 측절치를 구내 표준촬영을 통해, 그리고 견치에서 제3대구치까지는 구외 측방(lateral) 혹은 사주(oblique)촬영을 이용하여 3세에서 18세까지의 대상자를 통한 종적연구에서 치근의 석회화만을 7단계로 나눈 분류기준을 제시하였으며 Liliequist 등¹⁸⁾은 동일한 대상자에서 기준으로 세가지 치아발육분류법에 대한 비교연구를 통해 보다 세분화된 연구의 정확성을 밝힌 바 있다. 한국인의 치아발육에 관해서는 김¹²⁾이 하악 영구치 전치아의 발육에 관해 Nolla의 분류기준에

따라 3세에서 14세의 대상자를 통해 수년간 구내 이등분각법 촬영에 통해 관찰보고하였고, 이 등²⁰⁾과 최등²⁸⁾은 각각 제3대구치와 제2, 3대구치를 대상으로 치관석회화를 Nolla와 동일한 6단계로 치근석회화를 5단계로 구분하여 치아발육을 11단계의 분류기준으로 구외 파노라마 촬영법을 이용한 연구를 발표하였다. 단계적 분류법이 아닌 성장 길이를 측정하는 방법으로 김⁹⁾은 구외 파노라마 촬영법을 통해 치근의 길이를 치관의 길이로 나눈 치관치근비를 보고하였고, Mönstad 등⁷⁾, 허등¹⁰⁾은 파노라마 촬영법을 통해 소구치와 대구치 각각을 치관높이, 근단공 폭, 법랑상아 경계부에서 근첨사이의 거리 등의 항목으로 나누어 연령과의 상관성에 관해 보고한 바 있으며, 최근에 Kullman 등²⁹⁾은 하악 제3대구치를 대상으로 파노라마 사진을 이용한 디지털화된 계측법을 통한 연구를 수행하였다.

이상의 연구에서 제시된 바와 같이 치아의 발육에 관한 방사선학적 연구에는 크게 구외 파노라마 촬영법과 구내 표준촬영법 혹은 평행촬영법이 이용되고 있으며, 파노라마의 경우 중감지의 사용과 물체와 필름간 거리의 증가로 인해 해상력이 구내법에 의한 촬영보다 떨어지고 고유한 굴곡이 존재하게 되어 동일 환자의 좌우측간에도 약간의 굴곡으로 인해 비대칭으로 투영되는 불리한 조건을 가지고 있다. 구내 촬영시 이등분각법은 평행촬영법에 비해 다소 변형된 상이 맺힐 수 있으나 치궁이 좁고 상하악 치아의

길이 짧은 유치열기 및 초기 혼합치열기에서는 평행촬영시 사용하는 필름고정장치를 사용하다가 매우 힘들어서 소아에 있어서는 구내촬영시 이동분각법을 이용하는 것이 오히려 편리하다고 할 수 있다⁴⁾. 본 연구에서 이러한 점들을 고려하여 상악 소구치와 대구치를 대상으로 이동분각법으로 촬영하였으며, 상악 치아의 경우 필름고정의 곤란함과 대상자에 따른 상의 편차가 심하고 또한 상악동의 하연이나 관골과의 중첩으로 인한 판정상의 어려움으로 인해 자료에서 누락시켰다.

치아발육의 조사를 위해 하악 소구치와 대구치를 대상으로 Nolla의 치아석회화 분류와 이를 근거로 저자가 고안한 분류방법을 적용한 비교 분석에서 동일한 단계에서 유사한 결과가 나타나고 또한 본 연구에서 각 단계별 연령증가가 통계적으로 매우 유의한 소견을 보여 ($p < 0.0001$) 세분화된 저자의 분류단계가 임상적으로 유용하게 이용될 수 있다고 사료되었다. 그러나 전반적으로는 증령에 따라 발육단계가 증가하는 양상을 보이는 가운데서 부분적으로 나중의 발육단계에서 오히려 연령이 적은 경우도 있었는데 이러한 이유로 첫째, 해당연령의 대상자가 적거나 둘째, 이동분각법으로 촬영시 모든 대상자에게 일정한 각도를 부여하기 곤란하고 따라서 영상의 왜곡율이 사진에 따라 달라져 판정에 영향을 미칠 수 있으며 셋째, 저자 단독으로 판정하였기 때문에 오차가 커질 수 있는 가능성을 들 수 있다.

치근완성의 시기를 조사할 때 주의하여야 할 사항은 치근발육의 여타 단계와는 달리 이 단계가 최종적인 단계로서 근단공이 폐쇄된 이후의 경과기간이 반영되지 않으므로 시간적인 변화, 즉 종적인 변화를 평가하는 것이 어렵고 오히려 치근완성의 단계에 도달한 대상자의 빈도가 전체 대상자중 어느정도인가를 관찰하는 횡적인 조사를 통해 치근완성의 시기를 결정하는 것이 필요하다. 그 결과 본 연구에서는 좌,우측 하악 제1대구치는 각각 93.7%, 92.9%가 15세에, 양측의 제1, 2소구치는 각각 91.3%, 90.7%가 16세에, 좌,우측 제2대구치는 각각 83.3%, 100%가 17세

에 이르러 완성됨을 보였다.

치아의 발육단계별 연령분포를 살펴보면 김¹²⁾의 결과와 비교하였을 때 치관완성과 치근1/3완성까지는 같거나 0.2~0.7세의 편차만을 보였으나 이후의 단계에서는 본 연구의 결과와 큰 차이를 보여 치근이 전장에 도달하는 시기에서는 하악소구치와 대구치 공히 본 연구에서 1.9~2.8세가량 높은 것으로 나타났는데 이는 김¹²⁾의 연구대상이 3세에서 14세까지로 국한되어 해당치아의 치근완성에 근접한 연령이 정확히 제시되지 못한 것으로 판단되었고, 9세에서 15세까지를 대상으로 한 고등³⁾의 연구결과에서 하악소구치와 제2대구치의 치근1/2완성과 치근이 전장에 도달한 시기를 비교하면, 치근 1/2완성에서는 본 연구의 연령이 0.8~1.2세 빠른 반면에 치근이 전장에 도달한 시기는 본 연구에서의 연령이 0.7~1.1세가량 늦은 것으로 나타났다. 제2대구치를 대상으로 한 경우에 최등²⁸⁾에 비해 치근이 전장에 도달하는 시기가 0.4세 늦었으나 이 경우 구의 파노라마 촬영에 의한 것으로 차이가 있을 수 있고, 제2대구치를 근심근과 원심근으로 나누어 고찰한 최등⁴⁾의 연구와는 치근 1/2완성, 치근이 전장에 도달하는 단계에서 각각 0.2세 늦고, 0.8세 빠른 것으로 나타났다. 이상과 같이 치근 발육단계의 연령치 차이는 방사선 촬영법의 종류와 판독, 연구대상의 수와 연령, 그리고 영양상태나 환경의 변화등의 차이에 의한 것으로 판단되었다.

치아의 맹출과 연령의 관계, 그리고 맹출순위에 많은 연구에서 Schour등¹⁶⁾은 영구치의 맹출을 일련의 과정이라고 하였고, 맹출순위에 따라 치아를 세 군으로 나누어 1군은 제1대구치와 전치로 이들은 서로 1년 이내에 맹출하고, 2군은 견치, 소구치, 그리고 제2대구치이며, 3군은 제3대구치로 하였다. 이를 바탕으로 Lo등²³⁾은 236명의 아동을 대상으로 한 연구를 통해 2군에서 순위에 많은 변화가 있다고 하였다. Carlos등²⁵⁾은 치아우식과 맹출순위에 대한 연구에서 역시 근소한 차이로 남녀간에 하악 견치, 제1소구치 그리고 제2소구치간의 맹출순위가 다름을 보고하였다. 또한 Savara²⁶⁾의 보고에 의하면 287명을 대상으로 조사해본 결과 남자에서 가장 많이 나

타나는 맹출순위유형은 11.4%에 불과했으며 여자에서는 13.4%였다고 보고했는데 이는 맹출순위가 개인에 따라서 많은 차이가 있음을 나타낸다.

한편 국내 아동을 대상으로 한 연구는 영구치 맹출시기 및 맹출순위를 보고한 차²⁴⁾, 문²⁷⁾의 보고가 있었으나 대부분의 연구들이 판정기준을 단순히 치아의 맹출여부에 맞추므로써 동적이며 연속적 과정인 맹출에 대한 정확한 조사로 보기는 어렵다. 이에 대해 황등²²⁾은 구강내에서 교합면 관찰을 기준으로 치아의 맹출과정을 치관중 1교두라도 출현되면 1단계, 치관 교합면 1/2이상 출현되면 2단계, 그리고 교합면 전부가 출현된 상태를 3단계로 나눠 관찰하였으나, 치아의 맹출 전과정을 입체적으로 고려하지 못하였고, 신²¹⁾은 제2대구치를 대상으로 치관의 일부가 구강내에 출현하는 시기를 1단계, 치관의 교합면 전부가 출현할 때까지를 2단계, 치관이 대합치에 도달하기 전까지를 3단계, 그리고 치관이 대합치에 도달할 때까지를 4단계로 하여 각 단계에 해당하는 연령에 대해 보고하였다. 이에 본 연구에서는 보다 정확한 판정을 위해 통법으로 석고모형을 제작하여 모형상에서 맹출단계를 기록하였고 전치부와 구치부를 치관의 크기 및 교합면 형태를 고려하여 각 4단계와 5단계로 달리하여 수행하였다.

이러한 판정기준에 따라 맹출순위는 상악에서 제1대구치, 중절치, 측절치, 제1소구치, 제2소구치, 견치, 제2대구치 순으로 이루어져 다른 연구들과 대개 일치하는 소견을 보였고, 하악에서는 중절치가 제1대구치보다 근소하게 앞서있으며, 이어서 측절치, 제1소구치, 견치 또는 제2소구치, 제2대구치 순으로 이루어졌다. 이러한 결과는 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순으로 제시하였던 Lo등²³⁾, Carlos등²⁵⁾의 연구와는 다른 결과를 보였고, 국내의 차²⁴⁾, 문²⁷⁾의 연구와 비교시 견치와 소구치간의 맹출순위가 달랐으나 그 차이가 매우 근소하였다. 맹출시기를 상하악별로 비교해보면 이전의 연구에서 제시된 것과 같이 하악치아가 상악의 동명치에 비해 빠르게 맹출되었으며, 소구치의 경우 그 차이가 매우 근소하여 제1소구치와 제2

소구치만은 오히려 상악이 빠르거나 비슷하였다.

치아의 발육과 맹출은 동적이고 연속적인 과정으로 진행되고 있으나 임상 검사에서는 이러한 과정의 단면을 관찰할 수 밖에 없는 실정이므로 진단이나 연령 추정의 정확성을 제고하기 위해서는 세분화된 분류를 이용하여 많은 대상자를 통한 조사와 연구가 이루어져야 한다.

V. 결 론

원광대학교 치과대학병원에 내원한 4.9세에서 19.8세까지의 184명을 대상으로 영구치의 발육과 맹출에 관한 최근의 자료를 획득하고 보다 세분화된 연령감정기준을 제시하기 위하여 본 연구를 수행하였다. 치아발육에 따른 연령은 하악 소구치와 대구치에 대한 구내표준방사선사진을 촬영한 후 Nolla의 분류와 이를 토대로 저자가 고안한 13단계의 분류를 이용해 조사하였으며 연령별 맹출정도는 상,하악모형을 제작한 후 저자가 고안한 4~5단계의 분류를 이용해 조사하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 전장에 도달하였으나 아직 근단공이 완전히 폐쇄되지 않은 시기는 제1소구치가 13.8세, 제2소구치가 14.0세, 제1대구치가 10.5세, 그리고 제2대구치가 14.2세였고 좌우측 치아간의 차이는 거의 없었다.
2. 상악에서는 제1대구치가 가장 먼저 맹출하였으나, 하악에서는 중절치가 제1대구치보다 근소한 차이로 먼저 맹출되는 것으로 나타났으며 전반적으로 하악 치아의 맹출이 상악치아보다 빨랐다.
3. Nolla의 치근발육 4단계와 저자의 치근발육 7단계에서 서로 같은 시기의 연령을 비교한 결과 대체로 유사한 결과를 나타내어, 저자의 분류방법이 8~15세의 연령층에서 연령추정의 세분화에 유용하게 적용될 수 있다.

참 고 문 헌

1. Gustafson G, Koch G : Age estimation up to 16

- years based on dental development, *Odontol Rev*, 25: 297-306, 1974
2. Nolla CM : Development of the Permanent Teeth, *J Dent Child*, 27: 254-266, 1960
 3. 고명연, 정성창 : 하악영구구치 치근발육에 관한 방사선학적 연구, *대한구강내과학회지*, 6: 23-34, 1981
 4. 최중호, 고명연 : 여성 하악 제2대구치 치근발육에 관한 방사선학적 연구, *대한구강내과학회지*, 17: 119-127, 1992
 5. 광경환, 김종열 : 다변인회귀분석법과 Gustafson 방법에 의한 연령감정 정확도의 비교연구, *대한구강내과학회지*, 10: 73-90, 1983
 6. 김희경, 김종열 : 아미노산의 라세미화 반응을 이용한 치아로부터의 연령감정에 관한 연구, *대한구강내과학회지* 14: 43-49, 1989
 7. Mönstad H, Staaf V, Welander U : Age estimation with the aid of tooth development: a new method based on objective measurements, *Scan J Dent Res*, 102: 137-143, 1994
 8. Staaf V, Mönstad H, Welander U : Age estimation based on tooth development: a test of reliability and validity, *Scan J Dent Res*, 99: 281-286, 1991
 9. 김영구 : A Roentgenographic study on the development of human permanent posterior teeth, *대한구강내과학회지*, 16: 73-83, 1991
 10. 허영돈, 안종모, 윤창륙 : 하악 구치 발육을 이용한 연령감정에 관한 연구, *대한구강내과학회지*, 19: 221-230, 1994.
 11. Daito M, Kawahara S, Tanaka M, Imai G, Nishihara G, Heida T : Calcification of the permanent first molars observed in panoramic radiographs. *J Osaka Dent Univ*, 23: 45-55, 1989
 12. 김진태 : 한국인 하악 영구치 발육에 관한 X-선학적 연구, *종합의학*, 10: 1107-1135, 1965
 13. 김영구, 임형순, 이승렬 : Preliminary study on the age estimation through a new scoring system of tooth wear, *대한구강내과학회지* 17: 31-39, 1992
 14. 양규호 : 서울지역 아동의 영구치 맹출에 관한 연속적 연구. *대한치과의사협회지*, 17: 7, 1979
 15. Nortje CH : The Permanent mandibular third molar it's value in age determination, *J Forensic Odonto-Stomat*, 1: 27-31, 1983
 16. Schour I, Massler M : Studies in tooth development the growth of human teeth, *JADA*, 27: 1778-1793, 1940
 17. Moorrees CFA, Flanning EA, Hunt EE : Age variation of formation stages for ten permanent teeth, *J Dent Res*, 42: 1490-1502, 1963
 18. Liliequist B, Lundberg M : Skeletal and tooth development: a methodologic investigation, *Acta Radiol*, 11: 97-112, 1971
 19. Crossner CG, Mansfeld L : Determination of dental age in adopted non-European children, *Swed Dent J*, 7:1-10, 1983
 20. 이주장, 김종열 : 제3대구치 발육의 연령감정에서의 응용에 관한 연구, *대한구강내과학회지*, 10: 53-62, 1985
 21. 신금백 : 국민학교 아동 제2대구치의 맹출 단계별 맹출시기에 관한 연구, *대한치과의사협회지*, 20: 975-981, 1982
 22. 황의강, 박인자, 이선호 : 제 2대구치의 맹출도, *대한소아치과학회지*, 1: 35-39, 1974
 23. Lo & Moyer : The sequence of eruption of the permanent dentition, *A J Ortho*, 39: 460-467, 1953
 24. 차문호 : 한국인 영구치 맹출시기에 대한 연구, *종합의학* 8: 1-21, 1963
 25. Carlos JG, Gittelsohn AM : Eruption patterns of permanent teeth, *J Dent Res*, 44: 509-516, 1965
 26. Savara BS, Steen JC : Timing and sequence of eruption permanent teeth in a longitudinal sample of children from Oregon. *JADA* 97: 209, 1978
 27. 문제원 : 한국인 영구치 맹출시기에 관한 통계학적 연구, *대한소아치과학회지* 11: 25-37, 1984
 28. 최중훈, 김종열 : 제 2대구치 및 제 3대구치 발육에 따른 연령감정에 관한 연구, *대한 구강내과학회지*, 17: 121-134, 1991
 29. Kullman L, Martinsson T, Zimmerman M, Welander U : Computerized measurements of the lower third molar related to chronologic age in young adults, *Acta Odont Scan*, 53: 211-216, 1995

-ABSTRACT-

A Study on the Classification of the Stage of Root Development and Crown Eruption for Permanent Teeth

Jae-Chang Kim, D.D.S., Kyung-Soo Han, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Dept. of Oral Medicine, College of Dentistry & Wonkwang Dental Research Institute,
Wonkwang University*

This study was performed to investigate the age distribution with tooth calcification and degree of eruption of permanent teeth. For the study, healthy 184 patients from 5 to 19 years old without any previous serious dental treatment were randomly selected, and intraoral standard films and dental casts were taken for evaluation of stage of calcification and degree of eruption, respectively. Tooth calcification of 13 stages, designed by the author based on the Nolla's classification and eruption level of 4 or 5 degree was used. Data were processed by SAS/Stat program and the obtained results were as follows:

1. The age of root completed with open apex in lower posterior teeth were 13.8 years for first premolar, 14.0 years for second premolar, 10.5 years for first molar, and 14.2 years for second molar. There were no significant difference between right and left side.
2. As for the sequence of eruption, first molar was the first teeth erupted in upper arch, while central incisor was the first teeth in lower arch. In general, eruption of lower teeth were slightly earlier than the corresponding teeth of upper arch.
3. There were no difference of age of the same stage of development between Nolla's and the author's classification. From the results, the author's classification can be used for estimation of age with more finely in age of 8 to 15 years old.
4. Multiple regression equations for age with Nolla's(Ns) and the author's(Ks) classification of tooth calcification, and degree of eruption(DE) were as follow:

$$\text{Age(by \#34)} = 7.55 + 0.76Ks34 + 0.80DE34 - 0.72Ns34$$

$$\text{Age(by \#35)} = 7.10 + 0.81Ks35 + 0.61DE35$$

$$\text{Age(by \#37)} = 6.61 + 0.82Ks37 + 0.51DE37$$

$$\text{Age(by \#44)} = 7.02 + 0.62Ks44 + 0.82DE44$$

$$\text{Age(by \#45)} = 8.04 + 0.93Ks45 + 0.64DE45 - 0.89Ns45$$

$$\text{Age(by \#47)} = 6.40 + 0.86Ks47 + 0.56DE47$$