

## Nolla stage에 의한 영구치의 석회화 시기에 대한 연구

안상현 · 양규호 · 최남기

전남대학교 치과대학 소아치과학교실 및 치의학연구소

### 국문초록

본 연구는 아동의 신체적 발육이 향상되고 있는 상황을 감안하여 Nolla stage에 따른 각 영구치의 석회화 시기 및 순서를 재평가하여 소아환자의 진단 및 치료계획을 수립하고 임상적 자료로 사용하는데 도움을 얻고자, 전신 상태가 양호하며, 교정 치료 경험이 없는 4세에서 13세까지의 아동 258명 (남자 149명, 여자 109명)을 대상으로 파노라마 방사선 사진을 촬영하여 Nolla의 분류법을 이용한 각 치아의 석회화 단계에 따라 남,녀별 상,하악별로 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Nolla stage에 의한 각 영구치의 석회화 시기에 대한 평균치를 산출하였다. 그중 Nolla stage 7에 의한 평균치는 다음과 같다.  
남자 상악에서 중절치는 6세 9개월, 측절치는 7세 4개월, 견치는 7세 9개월, 제1소구치는 8세 8개월, 제2소구치는 9세 4개월, 제1대구치는 6세 3개월, 제2대구치는 10세 8개월로 나타났으며, 남자 하악에서 중절치는 5세 11개월, 측절치는 6세 4개월, 견치는 7세 5개월, 제1소구치는 8세 1개월, 제2소구치는 8세 6개월, 제1대구치는 5세 6개월, 제2대구치는 10세 3개월로 나타났다.  
여자 상악에서 중절치는 6세 2개월, 측절치는 6세 7개월, 견치는 6세 11개월, 제1소구치는 8세 1개월, 2소구치는 8세 5개월, 제1대구치는 5세 10개월, 제2대구치는 9세 10개월로 나타났으며, 여자 하악에서 중절치는 5세 6개월, 측절치는 5세 9개월, 견치는 6세 8개월, 제1소구치는 7세 6개월, 제2소구치는 8세 4개월, 제1대구치는 5세 3개월, 제2대구치는 9세 7개월로 나타났다.
2. 치근의 1/3이 형성되는 시기로 비교하였을때의 석회화 순서는 남,녀 상,하악 모두에서 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순으로 나타났다.
3. 치근 형성이 완료되는 시기에 있어서는 남, 녀 모두에서 상악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치 순으로, 하악에서는 중절치, 제1대구치, 측절치 순으로 나타났다.
4. 여자가 남자보다 영구치 석회화 시기가 빠르게 나타났다( $p < 0.05$ ).

상기 자료는 소아 치과 환자의 진단 및 치료계획을 수립하기 위한 임상적 자료로 이용될 수 있으리라 사료된다.

**주요어** : Nolla stage, 석회화, 파노라마 사진

### I. 서 론

성장과 발육을 평가하기 위한 방법으로는 골 성숙도의 평가, 신장이나 체중의 측정, 치아의 맹출 상태에 의한 평가, 치아의 석회화 상태에 의한 평가, 성적 성숙의 평가 등이 있다. 골 성숙도, 즉 골 연령의 판정척도로는 수완부의 각 골의 성숙도를 일정한 순서에 의해서 관찰하는 Fishman<sup>1)</sup>의 SMI

(Skeletal Maturation Indicators) 방법이 있으며, 치아의 맹출상태에 의한 성장과 발육의 평가는 Hellman<sup>2)</sup>의 맹출 단계를 기준으로 한 평가가 임상에서 흔히 이용되고 있다.

그러나 치아의 맹출을 이용하는 방법은 맹출 시기를 정확히 측정하기 어렵고 감염, 유착치, 유치의 조기 탈락이나 만기잔존, 호르몬 등에 의해 영향을 많이 받으며 개인간의 다양성이 심한 것으로 알려져 있다. 이에 반해 치아의 석회화 과

정은 연속되는 일련의 성숙과정으로 국소적 환경의 영향을 많이 받지 않으므로 성장과 발육의 평가에 적합한 척도로 사용될 수 있다<sup>3)</sup>. 치아의 석회화 상태의 평가는 방사선 사진을 이용하여 치아의 치관 및 치근의 형성상태에 따라 판정하는데, 이는 치아 발생학, 치아형태학 등 기초 치의학과 소아치과학, 교정학, 구강외과학, 법치의학 등 임상 치의학에 이르기까지 널리 응용되어 사용되어지고 있다.

치아의 석회화는 과거 교정학 분야에서 연령과 더불어 가장 먼저 이용된 성장과 발육에 대한 척도이다. 1771년 Hunter<sup>4)</sup>가 최초로 치아의 발육에 대하여 연구를 시작하였으며, Pierce<sup>5)</sup>, Kronfeld<sup>6)</sup>, Logan과 Kronfeld<sup>7)</sup>, Schour와 Massler<sup>8,9)</sup> 등이 조직해부학적 및 방사선학적으로 연구보고하였고, Moorrees<sup>10)</sup>, Nolla<sup>11)</sup>, Schumaker<sup>12)</sup>, Lauterstein<sup>13)</sup> 등은 구내 표준 방사선 필름을 이용하여 종적 연구를 시행하였다. 국내에서도 유<sup>14)</sup>, 김<sup>15)</sup>, 정<sup>16)</sup>, 김<sup>17)</sup>, 김<sup>18)</sup>, 최와 성<sup>19)</sup> 등이 구내 표준 방사선 필름을 이용하여 연구 발표한 바 있으며, 조<sup>20)</sup>, 박<sup>21)</sup>, 최와 김<sup>22)</sup> 등은 파노라마 사진을 이용하여 연구한 바 있다. 그리고 최근에는 치아의 석회화와 수완부 골성숙 단계와의 상호 관계에 대해서도 연구<sup>23,24)</sup>되고 있다.

그 최와 김<sup>22)</sup>은 치아의 형성을 13단계로 구분하여 연구하였고, 현재 가장 널리 사용되고 있는 Nolla<sup>11)</sup>의 방법을 이용하여 치아 석회화 시기를 보고한 조<sup>20)</sup>와 박<sup>21)</sup>의 연구는 1970년대의 연구로 신체적 발육이 향상되고 있는 현 상황에서 치아의 석회화 시기도 달라졌을 것으로 가정하고 Nolla stage에 따른 각 영구치의 석회화 시기 및 순서를 재평가하여 소아치과 환자의 진단 및 치료계획을 수립하고 임상적 자료로 사용하는 데 도움이 되고자 본 연구를 시행하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구대상

본 연구는 인천광역시 소재 K 치과의원에 내원한 4세에서 13세까지의 아동 258명(남자 149명, 여자 109명)을 대상으로 하였고 연령별, 성별 분포는 Table 1과 같다.

### 2. 연구방법

#### 1) 방사선 사진 촬영

전신 건강이 양호하며, 교정치료 경험이 없는 아동을 대상으로 파노라마 방사선 사진을 통법에 의하여 촬영하였으며, 사용된 방사선 사진 촬영 장치는 Finland Planmeca사의 PM 2002 CC proline이었다.

#### 2) 석회화 단계의 평가 및 판독 오차 결정

치아의 석회화 단계는 Nolla<sup>11)</sup>의 분류법 (Table 2)을 이용하여 남,녀별 상,하악별로 평가하였으며, 방사선 사진 상의 각 영구치의 석회화 단계의 판독시 오차정도(method error)를 알아보기 위해 방사선 사진의 석회화 단계를 3회 반복 측정하고 평균값을 그 치아의 석회화 단계 수치로 구한 다음, 일주일 간격을 두고 같은 방법을 반복하여 두 번째 석회화 단계의 수치를 얻었다. 그리고 다음 식에 의하여 측정오차(Sx)를 치아별로 산출하였다<sup>25)</sup>.

$$Sx = \sqrt{(\Sigma D^2/2N)}$$

이때 D는 처음과 두 번째 수치의 차이이고 N은 측정에 사용된 대상의 수이다. 산출 결과 Table 3과 같은 오차 정도를 치아별로 구하였다. 측정 오차의 전체 평균은 0.311이었다.

Table 1. Number of subject

| chronologic age | Male | Female | Total |
|-----------------|------|--------|-------|
| 4~5             | 7    | 6      | 13    |
| 5~6             | 10   | 20     | 30    |
| 6~7             | 37   | 24     | 61    |
| 7~8             | 35   | 20     | 55    |
| 8~9             | 12   | 10     | 22    |
| 9~10            | 21   | 12     | 33    |
| 10~11           | 10   | 7      | 17    |
| 11~12           | 9    | 4      | 13    |
| 12~13           | 8    | 6      | 14    |
| Total           | 149  | 109    | 258   |

Table 2. Stage of tooth formation by Nolla

| Stage | Calcification of tooth            |
|-------|-----------------------------------|
| 0     | Absence of crypt                  |
| 1     | Presence of crypt                 |
| 2     | Initial calcification             |
| 3     | One-third of crown completed      |
| 4     | Two-third of crown completed      |
| 5     | Crown almost completed            |
| 6     | Crown completed                   |
| 7     | One-third of root completed       |
| 8     | Two-third of root completed       |
| 9     | Root almost completed - open apex |
| 10    | Apical end of root completed      |

**Table 3.** Method error in measuring calcification stage

|           | Teeth           | Error |
|-----------|-----------------|-------|
| Maxilla   | central incisor | 0.329 |
|           | lateral incisor | 0.311 |
|           | canine          | 0.358 |
|           | first premolar  | 0.363 |
|           | second premolar | 0.329 |
|           | first molar     | 0.249 |
| Mandible  | second molar    | 0.285 |
|           | central incisor | 0.352 |
|           | lateral incisor | 0.341 |
|           | canine          | 0.249 |
|           | first premolar  | 0.251 |
|           | second premolar | 0.251 |
|           | first molar     | 0.285 |
|           | second molar    | 0.305 |
| All teeth |                 | 0.311 |

3) 통계학적 검증

통계학적 검증을 위하여 SPSS 프로그램 중 one-way ANOVA test와 Duncan's multiple range test, paired t-test를 이용하여 각 치아의 석회화 단계별 연령과 각 치아 사이의 유의성을 구하고 남, 녀간의 석회화 시기를 비교 분석하였다.

Ⅲ. 연구 성적

각 영구치의 석회화 시기에 대한 연구성적은 다음과 같았다 (Table 4, 5).

1. 치아별 석회화 시기

1) 중절치의 석회화 시기

상악에서 남자의 치근 1/3이 형성되는 시기는 6세 9개월, 여자는 6세 2개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 7세 11개월, 여자는 7세 3개월로 나타났으며, 하악에서 남자의 치근 1/3이 형성되는 시기는 5세 11개월, 여자는 5세 6개월, 남자의 치근이 전장에 도달하는 시기는 8세 1개월, 여자는 7세 6개월로 나타났다.

2) 측절치의 석회화 시기

상악에서 남자의 치근 형성이 완성되는 시기는 5세 8개월, 여자는 5세 7개월, 남자의 치근 2/3이 형성되는 시기는 8세 7개월, 여자는 7세 8개월로 나타났으며, 하악에서 남자의 치근 1/3이 형성되는 시기는 6세 4개월, 여자는 5세 9개월, 치근 형성완료 시기는 남자는 9세 9개월, 여자는 8세 9개월로 나타났다.

3) 견치의 석회화 시기

상악에서 남자의 치근 형성이 완료되는 시기는 6세 5개월, 여자는 5세 10개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 10세 7개월, 여자는 9세 4개월로 나타났으며, 하악에서 남자의 치관 형성이 완료되는 시기는 5세 10개월, 여자는 5세 7개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 10세, 여자는 8세 10개월로 나타났다.

4) 제1소구치의 석회화 시기

상악에서 남자의 치근 1/3이 형성되는 시기는 8세 8개월, 여자는 8세 1개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 10세 9개월, 여자는 9세 9개월로 나타났으며, 하악에서 남자의 치관 형성이 완료되는 시기는 6세 7개월, 여자는 6세 1개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 10세 5개월, 여자는 9세 6개월로 나타났다.

5) 제2소구치의 석회화 시기

상악에서 남자의 치관 형성이 완료되는 시기는 7세 4개월, 여자는 6세 10개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 10세 11개월, 여자는 9세 9개월로 나타났으며, 하악에서 남자의 치관 형성이 완료되는 시기는 7세 5개월, 여자는 6세 8개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 10세 10개월, 여자는 9세 8개월로 나타났다.

6) 제1대구치의 석회화 시기

상악에서 남자의 치근 1/3이 형성되는 시기는 6세 3개월, 여자는 5세 10개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 7세 2개월, 여자는 6세 8개월로 나타났으며, 하악에서 남자의 치근 1/3이 형성되는 시기는 5세 6개월, 여자는 5세 3개월, 남자의 치근 형성완료 시기는 8세 11개월, 여자는 8세 4개월로 나타났다.

7) 제2대구치의 석회화 시기

상악에서 남자의 치관 형성이 완료되는 시기는 7세 11개월, 여자는 7세 5개월, 남자의 치근 1/3이 형성되는 시기는 10세 8개월, 여자는 9세 10개월로 나타났으며, 하악에서 남자의 치관 형성이 완료되는 시기는 7세 11개월, 여자는 7세 4개월, 남자의 치근 2/3가 형성되는 시기는 11세 6개월, 여자는 9세 11개월로 나타났다.

2. 치아별 석회화 순서

치관 또는 치근의 완성 순서를 이용하여 치아별 석회화의 순서를 비교하여야 하나 본 연구에서는 4세에서 13세까지의 아동을 대상으로 하였기에 중절치, 측절치, 제1대구치의 치관 완성 순서와 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 치근 완성 순서는 구하지 못하였다.

**Table 4.** Ages for calcification of maxillary teeth

| Stage | Sex | Teeth                |    |                     |    |                     |    |                    |    |                     |    |                     |    |                      |    |
|-------|-----|----------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|--------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|----------------------|----|
|       |     | Centra incisor       | p  | Latera lincisor     | p  | Canine              | p  | First premolar     | p  | Second premolar     | p  | First molar         | p  | Second molar         | p  |
| 3     | M   |                      |    |                     |    |                     |    |                    |    |                     |    |                     |    | 5y3m<br>±10m         |    |
|       | F   |                      |    |                     |    |                     |    |                    |    |                     |    |                     |    |                      |    |
| 4     | M   |                      |    |                     |    |                     |    |                    |    | 5y6m*<br>±8m(10)    |    |                     |    | 5y8m*<br>±12m(14)    | NS |
|       | F   |                      |    |                     |    |                     |    |                    |    | 5y1m*<br>±7m(10)    | NS |                     |    | 5y5m*±<br>6m(24)     |    |
| 5     | M   |                      |    |                     |    | 5y4m±<br>11m(16)    |    | 5y6m*±<br>8m(14)   |    | 6y8m*±<br>1y4m(46)  |    |                     |    | 6y4m*±<br>1y1m(152)  | ** |
|       | F   |                      |    |                     |    | 4y9m±<br>10m(14)    | NS | 5y1m*±<br>8m(22)   | *  | 5y8m*±<br>7m(24)    | NS |                     |    | 6y1m*±<br>9m(24)     |    |
| 6     | M   |                      |    |                     |    | 6y5m±<br>1y2m(72)   |    | 7y1m*±<br>1m(146)  |    | 7y4m*±<br>1y2m(130) |    | 4y11m±<br>12m(16)   |    | 7y11m*±<br>1y2m(152) | *  |
|       | F   |                      |    |                     |    | 5y10m±<br>8m(48)    | NS | 6y6m*±<br>10m(104) | NS | 6y10m*±<br>11m(100) | *  |                     |    | 7y5m*±<br>1y4m(24)   |    |
| 7     | M   | 6y9m*<br>±10m(88)    | *  | 7y4m*±<br>1y2m(140) | NS | 7y9m*±<br>1y3m(146) |    | 8y8m*±<br>1y5m(76) |    | 9y4m*±<br>1y5m(70)  |    | 6y3m±<br>11m(48)    |    | 10y8m±<br>1y4m(44)   | NS |
|       | F   | 6y9m*±<br>8m(62)     |    | 6y7m*±<br>9m(82)    |    | 6y11m*±<br>10m(90)  | NS | 8y1m*±<br>12m(36)  | *  | 8y5m*±<br>1y2m(28)  | NS | 5y10m*±<br>7m(40)   | NS | 9y10m*±<br>11m(114)  |    |
| 8     | M   | 7y11m*±<br>1y2m(104) | *  | 8y7m*±<br>1y3m(48)  | *  | 10y7m±1<br>y2m(56)  | *  | 10y7m±<br>1y2m(56) | *  | 10y1m*±<br>1y6m(28) |    | 7y2m*±<br>1y1m(110) |    |                      | NS |
|       | F   | 7y3m*±<br>9m(62)     |    | 7y8m*±<br>10m(38)   |    | 9y4m±<br>1y1m(50)   |    | 9y9m*±<br>10m(34)  |    | 9y9m*±<br>10m(28)   | NS | 6y8m*±<br>9m(72)    | NS | 11y*±<br>1y6m(34)    |    |
| 9     | M   | 9y5m*±<br>1y4m(36)   | NS | 10y1m*±<br>1y2m(26) | NS | 11y8m±<br>1y4m(8)   |    | 12y4m±<br>4m(6)    |    |                     |    | 9y±<br>1y3m(92)     | *  |                      |    |
|       | F   | 8y10m*±<br>1y2m(24)  |    | 9y*±<br>9m(26)      |    | 10y6m±<br>9m(10)    | NS | 10y7m*±<br>1y3m(4) | NS |                     |    | 8y5m*±<br>1y4m(60)  |    |                      |    |
| 10    | M   | 10y1m*±<br>9m(20)    | *  | 10y7m*±<br>8m(10)   | *  |                     |    |                    |    |                     |    | 9y8m±<br>1y8m(18)   |    |                      | NS |
|       | F   | 9y4m*±<br>8m(28)     |    | 9y6m*±<br>9m(18)    |    |                     |    |                    |    |                     |    | 8y11m*±<br>8m(20)   |    |                      |    |

The values are Mean±standard deviation, parentheses are number of subject.

y : year, m : month, NS : not significant \* p<0.05, \*\*p<0.01

그러나 치근의 1/3이 형성되는 시기로 비교하였을 때의 석회화 순서는 남녀 상하악 모두에서 제 1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순으로 나타났으며, 치근 형성이 완료되는 시기에 있어서는 남녀 모두에서 상악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치 순으로, 하악에서는 중절치, 제1대구치, 측절치 순으로 나타났다.

### 3. 석회화 시기의 남녀 비교

각 치아의 석회화 단계를 구하고 paired t-test를 이용하여 남녀별 석회화 시기를 비교한 결과 하악 견치를 제외한 모든 치아의 대부분의 단계에서 여자가 남자보다 석회화 시기가 빠르게 나타났다(p<0.05).

**Table 5.** Ages for calcification of mandibular teeth

| Stage | Sex | Teeth              |    |                     |    |                     |    |                       |   |                      |    |                     |    |                      |    |
|-------|-----|--------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|-----------------------|---|----------------------|----|---------------------|----|----------------------|----|
|       |     | Centra incisor     | p  | Latera incisor      | p  | Canine              | p  | First premolar        | p | Second premolar      | p  | First molar         | p  | Second molar         | p  |
| 3     | M   |                    |    |                     |    |                     |    |                       |   |                      |    |                     |    | 5y3m<br>±12m(10)     | NS |
|       | F   |                    |    |                     |    |                     |    |                       |   |                      |    |                     |    | 4y8m*±<br>8m(6)      |    |
| 4     | M   |                    |    |                     |    |                     |    |                       |   | 5y3m*±<br>5m(10)     | *  |                     |    | 5y7m*<br>±9m(26)     | NS |
|       | F   |                    |    |                     |    |                     |    |                       |   | 5y6m*<br>±7m(10)     |    |                     |    | 5y6m*±<br>7m(26)     |    |
| 5     | M   |                    |    |                     |    |                     |    | 4y11m*±<br>7m(14)     | * | 6y1m*±<br>8m(44)     | NS |                     |    | 6y6m*±<br>8m(54)     | NS |
|       | F   |                    |    |                     |    |                     |    | 5y1m*±<br>8m(16)      |   | 5y10m*±<br>10m(30)   |    |                     |    | 5y11m*±<br>9m(24)    |    |
| 6     | M   |                    |    |                     |    | 5y10m±<br>10m(50)   | NS | 6y7m*±<br>8m(110)     | * | 7y5m*±<br>1y3m(100)  | *  |                     |    | 7y11m*±<br>1y3m(140) | NS |
|       | F   |                    |    |                     |    | 5y7m±<br>9m(44)     |    | 6y1m*±<br>8m(82)      |   | 6y8m*±<br>12m(78)    |    |                     |    | 7y4m*±<br>11m(100)   |    |
| 7     | M   | 5y11<br>±11m(36)   | *  | 6y4m*±<br>10m(60)   | *  | 7y9m*±<br>1y2m(162) | NS | 8y*±<br>1y1m(102)     | * | 8y4m*±<br>1y2m(76)   | *  | 5y6m±<br>9m(32)     | ** | 10y3m±<br>1y3m(50)   | NS |
|       | F   | 5y6m±<br>8m(42)    |    | 5y9m±<br>8m(60)     |    | 6y11m*±<br>10m(96)  |    | 7y6m*±<br>10m(58)     |   | 8y4m*±<br>1y2m(44)   |    | 5y3m*±<br>9m(16)    |    | 9y7m*±<br>9m(36)     |    |
| 8     | M   | 6y11m±<br>10m(92)  | NS | 7y4m*±<br>12m(96)   | *  | 10y*±<br>1y3m(72)   | NS | 10y5m*±<br>1y2m(5564) | * | 10y10m*±<br>1y3m(38) | *  | 6y10m*±<br>10m(118) | *  | 11y6m*±<br>9m(14)    | *  |
|       | F   | 6y6m*±<br>8m(66)   |    | 7y1m*±<br>9m(56)    |    | 8y10m*±<br>12m(42)  |    | 9y6m*±<br>10m(44)     |   | 9y8m*±<br>1y5m(32)   |    | 6y2m*±<br>8m(78)    |    | 9y11m*±<br>1y1m(18)  |    |
| 9     | M   | 8y1m±<br>1y2m(686) | *  | 8y11m*±<br>1y2m(56) | NS | 11y8m*±<br>1y4m(12) | NS | 12y4m*±<br>3m(8)      | * |                      |    | 8y4m±<br>11m(78)    | *  |                      |    |
|       | F   | 7y6m±1y<br>8m(34)  |    | 8y1m±<br>11m(24)    |    | 10y1m*±<br>7m(22)   |    | 10y8m*±<br>11m(10)    |   |                      |    | 7y8m*±<br>11m(72)   |    |                      |    |
| 10    | M   | 8y7m±<br>11m(34)   | NS | 9y9m*±<br>1y4m(10)  | *  |                     |    |                       |   |                      |    | 8y11m±<br>1y1m(18)  | NS |                      |    |
|       | F   | 7y11m±<br>8y9m±    |    | 9m(18)<br>11m(28)   |    |                     |    |                       |   |                      |    | 8y4m±<br>6m(20)     |    |                      |    |

The values are Mean±standard deviation, parentheses are number of subject.

y : year, m : month, NS : not significant \* p<0.05, \*\*p<0.01

#### IV. 총괄 및 고찰

소아의 치료의 진단 및 치료계획을 수립하는데 성장과 발육의 평가는 상당히 중요하다. 성장과 발육을 평가하기 위한 방법으로는 치아의 성숙도를 기준으로 한 평가가 임상에서 주로 이용되고 있으며, 치아의 성숙도, 즉 치아의 석회화에 의한 평가는 구내 표준 방사선 사진 또는 파노라마 사진을 이용하여 치관부 석회화 완료 시기나 치근 전장 형성시기 및 치근단공 폐쇄의

치근 완성시기에 따라 판정할 수 있다.

치아의 석회화에 대한 연구는 Moorrees<sup>10)</sup>, Nolla<sup>11)</sup> 등의 연구 이래로 계속 진행되어 왔으나, 현재의 아동 성장과 발육은 과거보다 빨라지고 있으며<sup>26,27)</sup>, 본 연구는 이러한 신체적 발육과 더불어 치아의 발육 및 석회화 시기도 빨라졌을 것으로 가정하고 시행되었다.

치아의 발육을 평가하기 위하여는 동일한 개체로부터 얻어진 연속 방사선 사진에 의한 석회화 과정을 종적으로 관찰하는 것

**Table 6.** Comparison in stage of completion of crown calcification

|          | Nolla(1960) <sup>11)</sup> |        | Cho(1973) <sup>20)</sup> |        | Choi & Kim(1996) <sup>22)</sup> |        | Authors |        |       |
|----------|----------------------------|--------|--------------------------|--------|---------------------------------|--------|---------|--------|-------|
|          | male                       | female | male                     | female | male                            | female | male    | female |       |
| Maxilla  | central incisor            | 4y5m   | 4y5m                     | 4y9m   | 4y9m                            | -      | -       | -      | -     |
|          | lateral incisor            | 5y2m   | 5y2m                     | 6y     | 5y7m                            | 5y     | -       | -      | 5y7m  |
|          | canine                     | 6y5m   | 5y10m                    | 6y10m  | 6y5m                            | 5y7m   | 5y1m    | 6y5m   | 5y10m |
|          | first premolar             | 7y4m   | 6y4m                     | 7y9m   | 7y4m                            | 6y2m   | 5y9m    | 7y1m   | 6y6m  |
|          | second premolar            | 8y5m   | 7y3m                     | 8y3m   | 7y10m                           | 6y5m   | 6y6m    | 7y4m   | 6y10m |
|          | first molar                | 4y5m   | 4y2m                     | 3y7m   | 3y6m                            | -      | -       | -      | -     |
|          | second molar               | 8y2m   | 7y6m                     | 8y6m   | 8y3m                            | 6y9m   | 6y6m    | 7y11m  | 7y5m  |
| Mandible | central incisor            | 3y5m   | 3y6m                     | 4y1m   | 3y10m                           | -      | -       | -      | -     |
|          | lateral incisor            | 4y4m   | 4y                       | 5y2m   | 4y6m                            | -      | -       | -      | -     |
|          | canine                     | 6y     | 5y8m                     | 6y1m   | 5y6m                            | 5y11m  | 5y      | 5y10m  | 5y7m  |
|          | first premolar             | 7y     | 6y6m                     | 7y5m   | 6y8m                            | 6y5m   | 5y7m    | 6y7m   | 6y1m  |
|          | second premolar            | 7y8m   | 7y2m                     | 7y11m  | 7y5m                            | 6y2m   | 6y3m    | 7y5m   | 6y8m  |
|          | first molar                | 4y     | 3y10m                    | 3y5m   | 3y4m                            | -      | -       | -      | -     |
|          | second molar               | 8y2m   | 7y                       | 8y1m   | 7y10m                           | 6y11m  | 6y7m    | 7y11m  | 7y2m  |

\*Nolla(1960)<sup>11)</sup> : J Dent Child 27:254-266, 1960.

\*Cho(1973)<sup>20)</sup> : The journal of the Korean Dental Association. 1:787-798, 1973

\*Choi & Kim(1996)<sup>22)</sup> : The Journal of Korean Academy of Pediatric Dentistry. 23:170-177,1996.

이 효과적이거나 본 연구에서는 4세에서 13세 사이의 아동을 대상으로 횡적으로 관찰하였으며, 이러한 횡적 관찰시 나타날 수 있는 판독 오차를 줄이기 위하여 파노라마 방사선 사진 상에서 발육하고 있는 영구치 단계를 3회 반복 측정 후 평균값을 치아의 석회화 단계 수치로 구하고 오차 정도(method error)를 알아보기 위해 Dahlberg formula<sup>25)</sup>에 의한 측정 오차를 치아별로 산출 하였다(Table 3). 측정 오차의 평균값은 0.311로 나타나 큰 오차를 보이지 않은 것으로 나타났다.

통계학적 검증을 위해 One-way ANOVA test, Duncan's multiple range test, paired t-test를 이용하여 각 치아의 석회화 단계별 연령과 각 치아사이의 유의성을 구하고 남,녀간의 석회화 시기를 비교 분석하였다(Table 4, 5).

구내 표준 방사선 사진을 이용, 남,녀 각 25명을 3세에서 17세까지 종적으로 연구한 Nolla<sup>11)</sup>는 치아의 석회화 단계를 10단계로 구분하고, 각 치아별 연령별 석회화 단계를 보고하였으며 (Table 6), 치아 석회화 완성 시기의 순서는 남자의 상악과 여자의 하악에서 중절치가 제1대구치보다 석회화 완성시기가 빠르며, 여자의 상악에서만 제1대구치가 중절치보다 빠르게 완성되며, 전체적인 영구치의 석회화는 여자가 남자보다 빨리 진행된다고 보고하였다. Nolla<sup>11)</sup>의 치아 석회화 분류법을 이용하여 파노라마 방사선 사진으로 만 2세에서 10세까지의 아동을 대상으로 영구치 치관 석회화 시기에 대하여 보고한 조<sup>20)</sup>는 석회화의 순서를 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 순으로 보고하였고, 각 치아의 치관 완성 시기를 보고하였다. 본 연구에서는 중절치와 제1대구치의

치관 완성 시기는 구하지 못하였으나 나머지 치아에서의 순서는 본 연구의 결과와 일치하였다.

그러나 석회화의 시기에 있어서는 본 연구의 결과가 다소 빠른 것으로 나타났다(Table 6). 또한 Nolla<sup>11)</sup>의 치아 석회화 분류법을 이용하여 파노라마 방사선 사진으로 만 4세에서 15세까지의 아동을 대상으로 영구치 치관 석회화에 대하여 보고한 박<sup>21)</sup>은 치관의 석회화 완성 순서를 상,하악 모두 중절치, 제1대구치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순으로 보고하였으나, 본 연구에서는 하악에서는 중절치, 제1대구치, 측절치 순으로, 상악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치 순으로 석회화 된 것으로 나타나 상악에서의 석회화 순서에 차이를 보였으며, 석회화의 시기에 있어서는 본 연구의 결과가 다소 빠른 것으로 나타났다.

이는 조<sup>20)</sup>와 박<sup>21)</sup>의 연구와 본 연구의 시기에 따른 차이로 신체적 발육이 향상되면서 치아의 석회화 시기도 빨라진 것으로 생각된다. 그러나 유럽의 아동을 대상으로 Nolla<sup>11)</sup>의 방법을 이용하여 신체적 발달과 치아의 발육과의 상관관계에 대하여 연구한 Holtgrave 등<sup>28)</sup>은 과거와의 석회화 시기 비교시 여자에 있어서는 거의 차이가 없었고, 남자의 경우에서만 시기가 약간 빨라졌다는 보고를 한 바 있다.

국내에서 가장 최근에 보고된 최와 김<sup>23)</sup>의 연구에서는 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 순서로 석회화 되었다고 보고하였으며, 석회화 시기의 비교에 있어서 본 연구의 결과가 느리게 나타났다(Table 6). 최근에는 Ⅲ급 부정교합에서의 하악 치아의 석회화가 Ⅱ급 부정교

합에서 보다 먼저 진행되고 Ⅲ급 부정교합의 상악 제2대구치의 석회화가 지연된다는 연구<sup>29)</sup>와 Ⅱ급 부정교합에서 제2대구치의 석회화가 하악에서보다 상악에서 더 빠르게 진행된다는 보고<sup>30)</sup>도 있으며, 치아의 석회화 시기와 부정교합과의 관련성에 대해서도 계속 연구되고 있다.

파노라마 사진은 상하악을 동시에 한 장의 사진으로 전체 치아 및 주위 관련 부위를 관찰할 수 있기 때문에 전악 구내 표준 촬영법에 비하여 시간을 절약할 수 있고, 개구되지 않은 상태에서도 촬영이 가능하기 때문에 환자의 불편감이 적고, 증감지의 사용에 의한 방사선 피폭량의 경감 등의 많은 장점이 있어 전치과 분야에서 많이 사용되고 있다. 구내 표준 방사선 사진은 파노라마 사진에 비해 선명도가 우수하다는 장점이 있으나 조사통의 각도와 방향에 따라서 사진상의 왜곡이 생길 수 있으며, 구강 내에서의 사진의 구부러짐, 상하악의 사진의 고정 방법의 차이와 고정 불충분으로 인한 오차로 인해 판독시 어려움이 생길 수 있다.

그러나 파노라마 사진은 치아 석회화 시기의 판정을 위해 방사선 사진을 촬영할 때도 구내 표준 방사선 사진상에서 나타날 수 있는 사진의 구부러짐이나 구강내에서의 고정 불충분으로 인해 생기는 오차가 없으며, 혼합치열기 아동에 있어서 유치 하방에서 발육하고 있는 영구치를 관찰하기에 편리하다.

영구치의 석회화는 통상적으로 알려진 발육치보다 훨씬 폭넓은 개인차가 존재하며, 치아의 맹출시기에 대한 민족간의 차이와 더불어 인종간의 개인차도 존재한다<sup>31,32)</sup>. 또한 경제적 상태로부터 기인되는 치아의 맹출이 시기의 유의성있는 차가 인정되는 것처럼 치아 석회화에 대한 사회경제적 영향도 인정되고 있다<sup>33)</sup>.

본 연구의 결과와 앞서 언급한 선행들과의 석회화시기 및 순서의 차이는 인종, 지역의 차이 및 연구시기나 방법의 차이인 것으로 생각되며, 치아의 발육을 평가하기 위하여는 동일한 개체로부터 얻어진 연속 방사선 사진에 의한 석회화 과정을 관찰하는 것이 효과적이므로, 차후 한국인을 대상으로 Nolla stage에 의한 치아 석회화 시기에 대한 종적 연구가 계속 시행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

Nolla stage에 따른 각 영구치의 석회화 시기 및 순서를 재평가하여 소아환자의 진단 및 치료계획을 수립하고 임상적 자료로 도움이 되고자 4세부터 13세까지의 남,녀 258명을 대상으로 하여 파노라마 방사선사진 상에서 영구치의 석회화 정도를 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Nolla stage에 의한 각 영구치의 석회화 시기에 대한 평균치를 산출하였다. 그중 Nolla stage 7에 의한 평균치는 다음과 같다.  
남자 상악에서 중절치는 6세 9개월, 측절치는 7세 4개월,

견치는 7세 9개월, 제1소구치는 8세 8개월, 제2소구치는 9세 4개월, 제1대구치는 6세 3개월, 제2대구치는 10세 8개월로 나타났으며, 남자 하악에서 중절치는 5세 11개월, 측절치는 6세 4개월, 견치는 7세 5개월, 제1소구치는 8세 1개월, 제2소구치는 8세 6개월, 제1대구치는 5세 6개월, 제2대구치는 10세 3개월로 나타났다.

여자 상악에서 중절치는 6세 2개월, 측절치는 6세 7개월, 견치는 6세 11개월, 제1소구치는 8세 1개월, 제2소구치는 8세 5개월, 제1대구치는 5세 10개월, 제2대구치는 9세 10개월로 나타났으며, 여자 하악에서 중절치는 5세 6개월, 측절치는 5세 9개월, 견치는 6세 8개월, 제1소구치는 7세 6개월, 제2소구치는 8세 4개월, 제1대구치는 5세 3개월, 제2대구치는 9세 7개월로 나타났다.

2. 치근의 1/3이 형성되는 시기로 비교하였을때의 석회화 순서는 남,녀 상,하악 모두에서 제1대구치, 중절치, 측절치, 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치 순으로 나타났다.
3. 치근 형성이 완료되는 시기에 있어서는 남,녀 모두에서 상악에서는 제1대구치, 중절치, 측절치 순으로, 하악에서는 중절치, 제1대구치, 측절치 순으로 나타났다.
4. 여자가 남자보다 영구치 석회화 시기가 빠르게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

상기 자료는 소아 치과 환자의 진단 및 치료 계획을 수립하기 위한 임상적 자료로 이용될 수 있으리라 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Fishman LS : Chronologic versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod* 49:181-189, 1979.
2. Hellman M : The face in its developmental career. *Dental Cosmos* 77:685-699, 1935.
3. Lewis AE, Garn SM : The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod* 37:124-143, 1967.
4. Hunter J : Treatise on natural history and disease of human teeth. cited from *JADA* 22:1131-1155, 1935.
5. Pirece C : Calcification and development of mandibular teeth. *Dental Cosmos* 26:449, 1884.
6. Kronfeld R : First permanent molar. It's condition at birth and its post natal development. *JADA* 22:1131-1155, 1935.
7. Logan W, Kronfeld R : Postnatal development and calcification of anterior permanent teeth. *JADA* 22:1521-1536, 1935.
8. Schour I, Massler M : Studies in the tooth develop-

- ment and the growth of human teeth. JADA 27:1778-1793, 1940.
9. Schour I, Massler M : The development of human dentition. JADA 28:1153-1169, 1941
  10. Moorrees CF : The dentition of the growing child, a longitudinal study of dental development between 3 and 18 years of age. Cambridge Harvard Univ press 1959.
  11. Nolla C : The development of the permanent teeth. J Dent Child 27:254-266, 1960.
  12. Shumaker B : Roentgenographic study of eruption. JADA 61:535-541, 1960.
  13. Lauterstein A : A cross sectional study in dental development and skeletal age. JADA 62:191-201, 1961.
  14. 유종덕 : 한국인 태아의 하악 치아에 있어서 석회화에 관한 X선 해부학적 연구. 종합의학 7:79-98, 1962.
  15. 김영해 : 한국인 태아의 상악 치아에 있어서 석회화에 관한 X선 해부학적 연구. 종합의학 8:79-98, 1963.
  16. 정광현 : 한국인 하악 제1대구치의 발육에 관한 X선 학적 연구. 종합의학 8:109-115, 1963.
  17. 김병욱 : 한국인 하악 제2소구치 발육과 하악 제2유구치 흡수와의 관계에 의한 X-선학적 연구. 대한치과의사협회지 5:27-38, 1964
  18. 김진태 : 한국인 하악영구치 발육에 관한 X-선학적 연구. 종합의학 10:43-72, 1965.
  19. 최상열, 성백균 : 한국인 치아발육에 관한 연구. 대한치과의사협회지 10:593-604, 1972
  20. 조사현 : Orthopantomography에 의한 영구치 치관 석회화에 관한 연구. 대한치과의사협회지 11:789-800, 1973
  21. 박병덕 : Orthopantomography에 의한 영구치 치근 석회화에 관한 연구. 대한치과의사협회지 12:393-408, 1974.
  22. 최병재, 김은영 : 파노라마 방사선 사진을 이용한 영구치 발육에 관한 연구. 대한소아치과학회지 23:170-177, 1996.
  23. 양규호 : 한국인 아동의 사춘기 성장과 수완부 골 성숙 단계, 치아 석회화도에 관한 연구. 대한소아치과학회지 19:16-29, 1992.
  24. 이미라, 이상호 : 한국인 사춘기 성장기내의 수완부골 성숙도와 치아 발육에 관한 연구. 대한소아치과학회지 19:215-228, 1992.
  25. Dahlberg G : Statistical methods for biological students. London Geo Unwin Ltd 122-132, 1940.
  26. Houston WJB : Relationships between skeletal maturity estimated from hand-wrist radiographs and the timing of the adolescent growth spurts. Eur J Orthod 2:81-93, 1980.
  27. Eckstr m C : Facial growth rate and its selection to somatic maturation in healthy children. Swed Dent J 11:1-99, 1982.
  28. Holtgrave EA, Kretschmer R, Muller R : Acceleration in dental development, fact or fiction. Eur J Orthod 19:703-710, 1997.
  29. Sasaki M, Sato K, Mitani H : Tooth formation and eruption in skeletal Class II and Class III malocclusion. Nippon Kyosei Shika Gakkai Zasshi 49:435-442, 1990
  30. Harumi T, Kanomi R, Shimono T : The differences in the chronology and calcification of second molars between angle Class III and Class II occlusion in Japanese children. J Dent Child 64:400-404, 1997.
  31. Garn SM, Lewis AB, Koski K : The sex difference in tooth calcification. J Dent Res 37:561-567, 1958.
  32. Garn SM, Nagy JM, Polacjcek DL : Variability of tooth formation. J Dent Res 38:135-148, 1959.



Abstract

THE CALCIFICATION TIMING  
OF THE PERMANENT TEETH BY NOLLA STAGE

Sang-Hyun Ahn, Kyu-Ho Yang, Nam-Ki Choi

*Department of Pediatric Dentistry & Dental Science Research Institute,  
College of Dentistry, Chonnam National University*

The aim of this study was to evaluate the timing of sequence of tooth calcification in current Korean growing children. The Calcification stage of permanent teeth of Korean children was investigated by classifying them into 10 stages by the criteria of Nolla, using the panoramic radiographs of 258 healthy Korean children, 149 males and 109 females, between the ages of 4 years and 13 years, with normal growing tendency and no orthodontic treatment experience.

The obtained results were as follows:

1. Timing of calcification of permanent teeth by Nolla stage was established with mean values. Among the mean value, results of Nolla stage 7 were as follows:

Calcification timing of male in the maxilla was 6 year 9 month on central incisor, 7 year 4 month on lateral incisor, 7 year 9 month on canine, 8 year 8 month on the first premolar, 9 year 4 month on the second premolar, 6 years 3 month on the first molar and 10 year 8 month on the second molar, calcification timing of male in the mandible was 5 year 11 month on central incisor, 6 year 4 month on lateral incisor, 7 year 5 month on canine, 8 year 1 month on the first premolar, 8 year 6 month on the second premolar, 5 years 6 month on the first molar and 10 year 3 month on the second molar.

Calcification timing of female in the maxilla was 6 year 2 month on central incisor, 6 year 7 month on lateral incisor, 6 year 11 month on canine, 8 year 1 month on the first premolar, 8 year 5 month on the second premolar, 5 years 10 month on the first molar and 9 year 10 month on the second molar, calcification timing of male in the mandible was 5 year 6 month on central incisor, 5 year 9 month on lateral incisor, 6 year 8 month on canine, 7 year 6 month on the first premolar, 8 year 4 month on the second premolar, 5 years 3 month on the first molar and 9 year 7 month on the second molar.

2. The sequence of calcification at Nolla stage 7 was in consequence to the first molar, central incisor, lateral incisor, canine, the first premolar, the second premolar and second molar.
3. While the sequence of root completion of maxilla was in consequence to the first molar, central incisor, lateral incisor, that of mandible was in order of central incisor, first molar and lateral incisor.
4. the calcification timing of permanent teeth was earlier in female than in male ( $p < 0.05$ ).

According to above data, the result of this study is applicable for diagnosis and routine clinical practice for children.

**Key word** : Nolla stage, Calcification, Panoramic Radiograph.