

하악 제 3 대구치의 성숙도를 이용한
성장 평가

연세대학교 대학원

치 의 학 과

조 선 미

하악 제 3 대구치의 성숙도를 이용한
성장 평가

지도 황 충 주 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2007 년 12 월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

조 선 미

조선미의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

연세대학교 대학원

2007년 12월 일

감사의 글

이 논문이 완성되기까지 지도와 격려를 아끼지 않으신 황충주 지도 교수님께 먼저 감사드립니다. 아울러 귀중한 시간을 내주시어 부족한 논문을 살펴주시고 조언해주신 백형선 교수님, 김경호 교수님께도 진심으로 감사드립니다. 또한 제가 교정학에 대한 학문적 소양을 기를 수 있도록 많은 가르침을 주신 박영철 교수님, 유형석 교수님, 이기준 교수님, 차정열 교수님께 감사드립니다.

바쁘신 와중에도 논문의 주제를 구상하고 진행하는데 많은 도움을 주신 정주령 교수님께 감사의 말씀을 드리며, 이 논문이 나오기까지 옆에서 격려해주고 조언해주었던 동기들, 정시내, 이한아, 서승아, 이태연, 황우상, 조용민에게도 이 자리를 빌어 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 사랑하는 나의 가족-언제나 든든한 삶의 버팀목이 되어주시는 존경하는 아버지와 한없는 사랑을 베풀어주시는 사랑하는 어머니, 언니보다 뛰어난 자랑스러운 동생, 그리고 항상 나의 모든 것을 지지해주고 무한한 사랑으로 감싸주는 사랑하는 나의 남편 이승범에게 진심으로 감사의 마음을 담아 이 논문을 드립니다.

2007년 12월 저자 씀

차 례

표 차례	ii
그림 차례	iii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 대상 및 방법	4
1. 연구 대상	4
2. 연구 방법	4
가. 파노라마 방사선사진의 촬영 및 치아 발육 단계의 평가	4
나. 측모 두부 방사선사진의 촬영 및 경추의 골 성숙 단계의 평가	5
다. 수완부 방사선사진의 촬영 및 수완부 골 성숙 단계의 평가	7
라. 초경과 제3대구치 발육 사이의 상관관계	9
마. 부정교합과 제3대구치 발육 사이의 상관관계	9
3. 통계학적 분석	10
III. 연구결과	11
1. 조사자내 오차 검정	11
2. 제3대구치의 발육에 따른 SMI, CVMI, 연대 연령의 변화	11
3. SMI 각 단계별 Demirjian index의 분포 양상	12
4. CVMI 각 단계별 Demirjian index의 분포 양상	14
5. Demirjian index별 SMI의 분포 양상	16
6. Demirjian index별 CVMI의 분포 양상	17
7. SMI, CVMI, Demirjian index 사이의 상관관계	18
8. 초경 연령과 제3대구치 발육 사이의 상관관계	19
9. 부정교합군 간 Demirjian index의 차이	20
IV. 고찰	21
V. 결론	28
참고문헌	30
영문요약	37

표 차 례

Table 1. Cervical vertebrae maturation indicators	6
Table 2. Skeletal maturity indicators	9
Table 3. Median, Minimum and Maximum values of the SMI, CVMI and chronological age in relation to Demirjian index	11
Table 4. Distribution of Demirjian index by SMI	12
Table 5. Distribution of Demirjian index by CVMI	14
Table 6. Distribution of SMI by Demirjian index	16
Table 7. Distribution of CVMI by Demirjian index	17
Table 8. Intercorrelations of SMI, CVMI, Demirjian index	18
Table 9. Comparison of Demirjian index among skeletal Class I, II and III malocclusions	19
Table 10. Correlation between Demirjian index and menarche age	20

그림 차례

Fig. 1. Dental calcification stages using Demirjian index.	5
Fig. 2. Cervical vertebrae maturation indicators using C3 as guide.	7
Fig. 3. Eleven skeletal maturity indicators.	8
Fig. 4. Radiographic identification of skeletal maturity indicators.	8
Fig. 5. Scattered diagram to demonstrate the degree of association between SMI and Demirjian index.	13
Fig. 6. Scattered diagram to demonstrate the degree of association between CVMI and Demirjian index.	15

국 문 요 약

하악 제3대구치의 성숙도를 이용한 성장 평가

성장기 부정교합 환자의 교정 치료에서 바람직한 치료 결과를 얻기 위해서는 성장을 정확하게 예측하는 것이 중요하다. 그러나 같은 연령이라고 하더라도 발육에 있어서 상당한 개인차를 보이기 때문에 성장 평가를 위해서는 연대 연령이 아닌 생리적인 연령을 평가해야 한다. 이를 위해서 흔히 신장, 골 성숙도, 치아성숙도, 성적 성숙도 등이 이용된다. 본 연구의 목적은 사춘기 동안 발육하는 하악 제3대구치에서 Demirjian index를 이용하여 치아성숙도를 측정하고 성장 평가 지표로서의 가치를 평가하고자 하는 데 있다.

연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 성장기 부정교합 환자 270명(성별은 모두 여자로 한정)을 대상으로 제3대구치의 치아 성숙도(Demirjian index), 경추의 골 성숙도(CVMI), 수완부 골 성숙도(SMI), 초경 연령 등을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Demirjian index와 SMI, CVMI 간의 상관관계에서 SMI와 Demirjian index($r= 0.64$), CVMI와 Demirjian index($r= 0.59$)는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다 ($P < 0.001$).
2. 제3대구치 치관이 완성되고 치근이 형성되기 시작하는 Demirjian index E단계 이상이면 SMI 10단계, CVMI 5단계 이상에 속한다.
3. 초경 연령과 Demirjian index간의 상관관계($r= 0.26$)는 낮았다 ($P < 0.001$).

4. Demirjian index를 통해 평가한 제3대구치의 치아성숙도는 I, II, III급 부정교합 간에 차이가 없었다.

이상의 연구 결과 하악 제3대구치의 발육단계를 이용한 치아성숙도 평가는 경추 및 수완부 골성속도와 조합하여 사용한다면 사춘기 성장 평가에 있어 하나의 보조적인 수단으로 활용될 수 있을 것이다. 특히 치근이 형성되기 시작하는 Demirjian index E단계 이상이면 SMI 10단계, CVMI 5단계 이상에 속하는 것으로 나타났기 때문에 방사선사진에서 하악 제3대구치 치근이 형성되기 시작하는 것이 관찰된다면 사춘기 최대 성장이 지나고 성장이 거의 완료된 것으로 판단할 수 있을 것이다.

핵심되는 말 : 제3대구치, 치아 성숙도, 수완부 골성속도, 경추 골성속도, 성장 평가

하악 제3대구치의 성숙도를 이용한

성장 평가

<지도교수 : 황 충 주>

연세대학교 대학원 치의학과

조 선 미

I. 서론

성장하는 아동의 교정치료계획 수립에 있어서 안면 구조물의 성장 단계를 평가하는 것은 정확한 진단과 성공적인 치료를 위해 필수적이다 (Bishara 등 1981, Fishman 1987, Grave 등 1976). 인간의 성장은 생리적 성숙도를 따라 진행되는 과정으로, 같은 연대 연령의 아동이라도 발육에 있어서 상당한 개인차를 보이기 때문에 성장 평가를 위해서는 연대 연령이 아닌 생물학적 연령, 생리적인 연령을 평가해야 한다. 이를 위해서 흔히 신장, 골 성숙도, 치아성숙도, 성적 성숙도 등이 이용된다 (Chertkow 등 1979, Demirjian 등 1985, Sierra 1987).

신장과 두개안면 구조물의 성장에 밀접한 관련이 있음이 밝혀졌지만, 신장은 주기적인 계측에 의해서만 정확한 성장 상태를 확인할 수 있기 때문에 하나의 자료로 즉시 성장 상태를 평가해야 하는 교정 영역에서는 이용하는데 한계가 있다. 이에 비해 골의 발육단계는 골의 초기 형태, 연속적인 골화와 연관된 형태 변화, 크기 변화 등 일련의 변화를 시각적으로 평가함으로써 이루어진다. 개인에 따라 시간차는 있지만 이 과정은 동일하기 때문에 성장 평가에 이용할 수 있다. 발, 발목,

팔꿈치, 수완부, 경추 등 다양한 부분이 성장평가에 이용되었으며 교정 영역에서는 비교적 접근이 쉬운 수완부나 경추를 많이 이용하고 있다.

Flory(1936)는 수완부 방사선사진에서 종자골(sesamoid bone)이 나타나고 1년 뒤에 최대 성장기에 도달한다고 하였다. Hagg와 Taranger(1980, 1982)는 수완부 방사선사진을 사춘기 성장 지표들과 연관지어 평가하는 방법을 제시하였고, Fishman(1982)은 수완부의 6개 해부학적 지점에서 일어나는 4가지 골 성숙단계를 이용하여 SMI 지수를 개발하였다.

Lamparski(1972)는 경추의 골성속도와 수완부 골성속도 간에 높은 상관관계가 있다고 하였고, Hellsing(1991)은 사춘기 동안 경추의 길이와 신장 간에는 유의성 있는 관계가 있다고 하였다. Hassel과 Farman(1995)은 측모두부 방사선사진에 나타난 제2,3,4 경추의 형태에 따라 경추의 골성속도를 6단계로 분류하는 방법을 제시하였다.

치아 성속도를 이용하여 성장을 평가하기도 한다. 치아 성속도는 치아 맹출이나 치아 형성 단계에 의해서 결정되는데, 전자보다는 후자가 더 신뢰도가 있다. 치아 발육단계는 평가가 용이하고 쉽게 방사선사진을 채득할 수 있어 수완부 방사선사진보다 임상에서 더욱 실용적으로 이용되고 있다. 지금까지 치아 성속도와 다른 골격 성속도 사이의 관계를 규명하기 위해 많은 연구가 이루어졌는데, Lauterstein(1961), Liliequist와 Lundberg(1971), Engstrom(1983), Sierra(1987), 등은 치아 성속도와 골격 성속도 사이에 높은 상관성이 있다고 한 반면, Lewis와 Garn(1960), Green(1961), Steel(1965), Demirjian(1985) 등은 상관성이 낮다고 하였다.

특히 제3대구치는 다른 치아들에 비해 늦은 나이에 오랫동안 발육이 계속되기 때문에 치아 형태, 형성 시기, 맹출 시기 등에 있어서 상당한 개인차를 보인다고

알려져 있다 (Bolanos 등 2003). 그래서 제3대구치에 관한 연구는 제3대구치의 존재 유무, 치아 형태, 크기 등에 관한 것이 대부분이었다. Banks(1934)가 사춘기 아동을 대상으로 제3대구치의 석회화 시기를 조사한 이래 제3대구치의 발육에 대한 연구가 꾸준히 진행되었다. Demisch와 Wartmann(1956)은 하악 제3대구치의 발육 단계와 골격 성숙도 간의 관계에 대해 조사하여 하악 제3대구치의 석회화 정도와 골격 성숙도 사이에 높은 상관관계가 있다고 주장하였다. 그 외에도 제3대구치의 발육과 골격 성숙도 간의 상관성에 관하여 많은 연구가 있었으나 결과는 다양하게 나타났다. Engstrom(1983)는 골격 성숙도와 제3대구치 발육 사이에 강한 상관관계가 있다고 한 반면, Garn 등(1960)은 제3대구치와 골격 성숙도의 상관관계가 낮다고 하였다.

하지만 제3대구치는 다른 치아들과 달리 사춘기 동안 발육이 진행되므로 만일 제3대구치의 발육단계와 성장 사이에 상관관계가 있음이 밝혀진다면 제3대구치를 사춘기 아동의 성장평가지표로서 쉽게 활용할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 수원부와 경추의 발육단계를 이용한 골격 성숙도와 제3대구치의 발육단계를 이용한 치아성숙도의 상관관계를 분석하고, 초경과 관련된 제3대구치의 발육을 조사하여 성장평가지표로서의 가치를 평가하고자 하였다.

II. 연구 대상과 연구 방법

1. 연구 대상

연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 부정교합 환자 중 동일한 날짜에 촬영된 측모두부 방사선사진과 수완부 방사선사진, 파노라마 방사선사진이 존재하는 270명을 대상으로 하였다. 대상자들의 나이 범위는 9.9-19.5세였으며, 평균 13.7세였다. 성별에 따른 차이를 배제하기 위해 대상을 여자로 한정하였으며, 선정 기준은 다음과 같다.

1. 영양 상태가 양호하고, 전신적인 질환이 없을 것
2. 정상적인 치아 발육 상태를 보이며 결손치나 과잉치가 없을 것
3. 구순 구개열 등 선천적 구강악안면 기형이 없을 것

2. 연구 방법

가. 파노라마 방사선사진의 촬영 및 치아 발육 단계의 평가

연세대학교 치과대학병원 방사선과에 설치된 Cranex 3+ 촬영기를 이용하여 환자의 등을 곧게 하고 턱받침을 이용하여 키 높이를 조정한 뒤 위치 조절용 빔을 이용하여 안와 하연과 이주를 연결한 가상선상과 지평면의 평행을 유지시킨 후 정지 상태에서 촬영하였다.

본 연구에서는 하악 제3대구치를 대상으로 하였는데, 그 이유는 상악보다 하악에서 측정 오류가 적게 발생하기 때문이다. 상악 제3대구치 치근은 경구개나 관골궁 하연, 상악동 격벽 등의 해부학적 구조와 겹치면서 치근을 관찰하기가 힘든 경우가 많다. 그리고 Gunst 등(2003)의 연구에서 제3대구치의 발육은 좌우측이 대칭적임이 밝혀졌기 때문에 하악 좌측 제3대구치를 평가 기준으로 삼았다. 좌우측

제3대구치 발육단계가 현저히 다르다고 판단되거나 발육 이상을 보이는 경우는 제외하였다. 하악 좌측 제3대구치의 발육단계는 Demirjian 등이 고안한 Demirjian index 8단계(Demirjian 1976)에 기초하여 평가하였다 (Fig. 1).

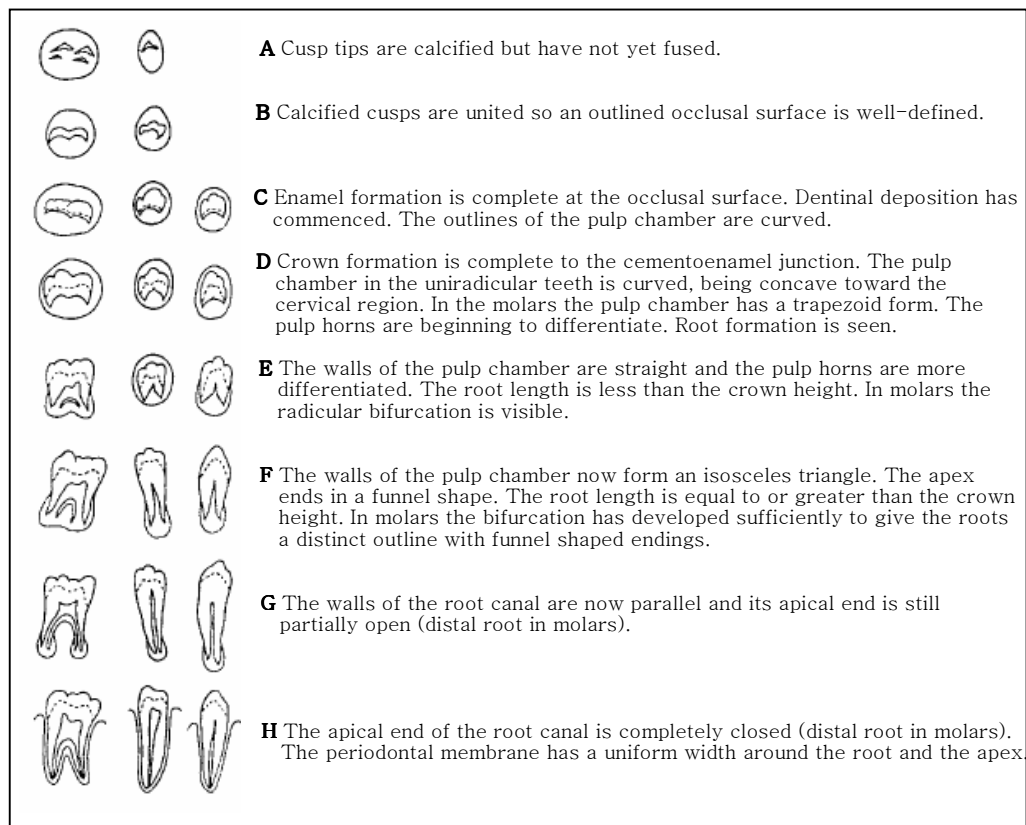


Fig. 1. Dental calcification stages using Demirjian index.

나. 측모 두부 방사선사진의 촬영 및 경추의 골 성숙 단계의 평가

연세대학교 치과대학병원 방사선과에 설치된 Cranex 3+ Ceph 촬영기에 75kVp, 10mA, 0.6sec의 노출 조건으로 측모 두부 방사선사진을 촬영하였다. 촬영 시 Frankfort-Horizontal 평면과 지평면이 평행하도록 유지시킨 후 중심교합 상태에서 촬영하도록 지시하였다.

Hassel과 Farman(1995)의 분류방법을 이용하여 측모 두부 방사선사진상에 나

타난 제 2,3,4 경추의 성숙 양상에 따라 6단계로 구분하여 경추 성숙지수 (Cervical vertebrae maturation indicators; CVMI)를 구하였다 (Table 1, Fig. 2).

Table 1. Cervical vertebrae maturation indicators (CVMI)

1. Initiation
<ul style="list-style-type: none">• Very significant amount of adolescent growth expected• C2, C3 and C4 inferior vertebral body borders are flat• Superior vertebral borders are tapered posterior to anterior
2. Acceleration
<ul style="list-style-type: none">• Significant amount of adolescent growth expected• Concavities developing in lower borders of C2 and C3• Lower border of C4 vertebral body is flat• C3 and C4 are more rectangular in shape
3. Transition
<ul style="list-style-type: none">• Moderate amount of adolescent growth expected• Distinct concavities in lower borders of C2 and C3• C4 developing concavity in lower border of body• C3 and C4 are rectangular in shape
4. Deceleration
<ul style="list-style-type: none">• Small amount of adolescent growth expected• Distinct concavities in lower borders of C2, C3 and C4• C3 and C4 are nearly square in shape
5. Maturation
<ul style="list-style-type: none">• Insignificant amount of adolescent growth expected• Accentuated concavities of inferior vertebral body borders of C2, C3 and C4• C3 and C4 are square in shape
6. Completion
<ul style="list-style-type: none">• Adolescent growth is completed• Deep concavities are present for inferior vertebral body borders of C2, C3 and C4• C3 and C4 heights are greater than widths

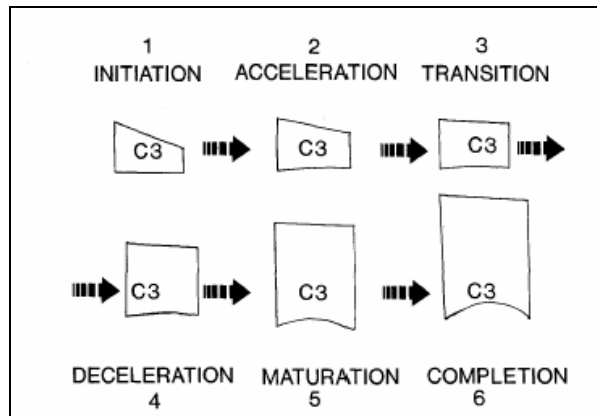


Fig. 2. Cervical vertebrae maturation indicators(CVMI) using C3 as guide.

다. 수완부 방사선사진의 촬영 및 수완부 골 성숙 단계의 평가

연세대학교 치과대학병원 방사선과에 설치된 Cranex 3+ 촬영기를 이용하여 X선 관구에서 피검자의 왼손까지의 거리가 100cm가 되도록 하여 왼손 부위의 부착물을 모두 제거한 후, 카세트의 장축을 왼손의 장축과 평행되게 위치시키면서 손가락을 자연스럽게 벌리게 하여 관구의 중심이 수직으로 수근 부위(carpal area)의 중심을 향하도록 촬영하였다.

Fishman(1982)이 개발한 골성숙도 평가(Skeletal maturation assessment; SMA) 방법에 따라 첫째, 셋째, 다섯째 수지 및 요골(radius)에서 6부위를 선택하여 골성숙지수(Skeletal maturity indicators; SMI)를 구하였다 (Fig. 3, Fig. 4, Table 2). 본 연구에서는 SMI 5단계 이하의 대상자 수가 매우 적었기 때문에 SMI 6단계 이상부터 연구 대상에 포함시켰다.

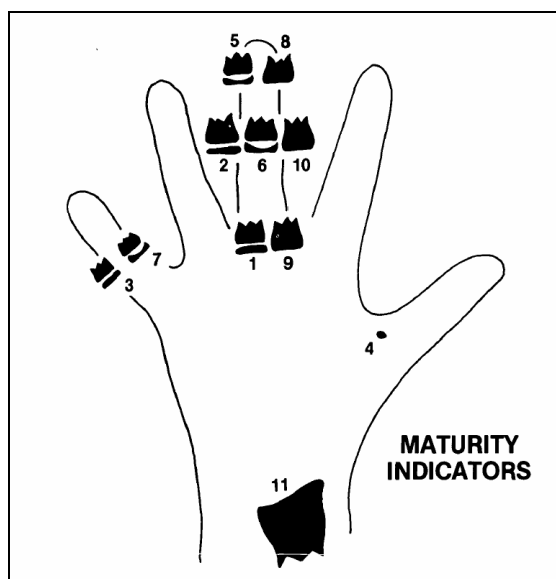


Fig. 3. Eleven skeletal maturity indicators (SMI).

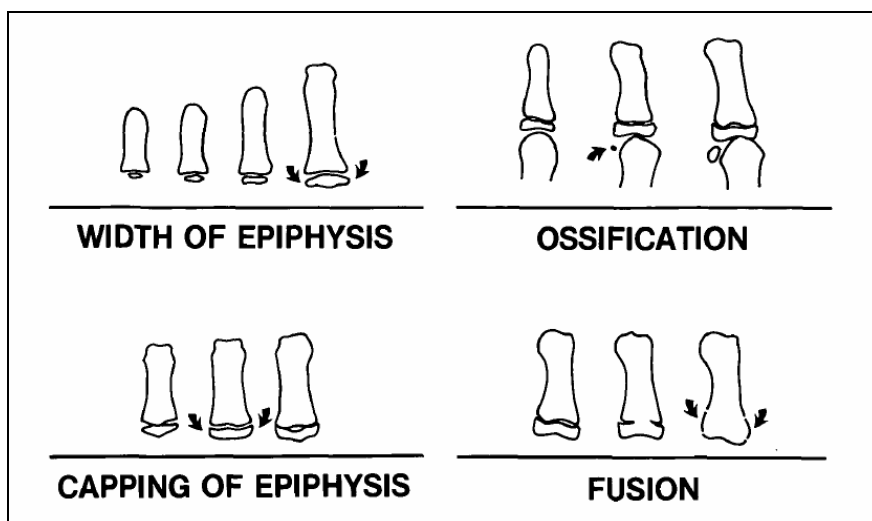


Fig. 4. Radiographic identification of SMI.

- A. Epiphysis equal in width to diaphysis
- B. Appearance of adductor sesamoid of the thumb
- C. Capping of epiphysis
- D. Fusion of epiphysis

Table 2. Skeletal maturity indicators(SMI)

Width of epiphysis as wide as diaphysis
1. Third finger – proximal phalanx
2. Third finger – middle phalanx
3. Fifth finger – middle phalanx
Ossification
4. Adductor sesamoid of thumb
Capping of epiphysis
5. Third finger – distal phalanx
6. Third finger – middle phalanx
7. Fifth finger – middle phalanx
Fusion of epiphysis and diaphysis
8. Third finger – distal phalanx
9. Third finger – proximal phalanx
10. Third finger – middle phalanx
11. Radius

라. 초경과 제3대구치 발육 사이의 상관관계

연구 대상자 270명 중 초경을 시작한 연령이 확인된 224명을 대상으로 하여 방사선사진 촬영시점의 연령과 초경 연령 사이의 시간 간격에 따라 6개월 단위로 분류하여(초경 시작 6개월 이내 방사선사진 촬영, 1년 이내, 1년 6개월 이내, 2년 이내, 2년 6개월 이내, 3년 이내, 3년 이상) 제3대구치의 발육과의 상관성을 검정하였다.

마. 부정교합과 제3대구치 발육 사이의 상관관계

연세대학교 교정과 진단 protocol에 따라 모든 연구대상자들을 골격성 I, II, III 급 부정교합으로 분류하여 각각의 제3대구치 발육단계(Demirjian index)를 측정하고, 부정교합별로 제3대구치 발육에 차이가 있는지를 평가하였다.

3. 통계학적 분석

- (1) Paired t-test를 이용하여 조사자 내 오차를 검정하였다.
- (2) Demirjian index 단계별 SMI, CVMI, 연대연령의 중앙값과 최소값, 최대값을 구하였다.
- (3) Pearson correlation analysis를 사용하여 SMI, CVMI, Demirjian index 사이의 상관관계를 검정하였다.
- (4) 초경 연령과 제3대구치의 발육 사이의 상관성을 검정하기 위하여 Spearman rank order correlation analysis를 시행하였다.
- (5) I, II, III급 부정교합군 간에 제3대구치의 발육에 차이가 있는지를 평가하기 위해 부정교합군별로 SMI 각 단계의 Demirjian index의 중앙값, 최소값, 최대값을 구한 뒤 Kruskal-Wallis Test를 시행하여 그 차이를 검정하였다.

III. 연구 결과

1. 조사자 내 오차 검정

SMI, CVMI, Demirjian index를 2주 간격으로 동일 조사자가 두 번 측정하였을 때 paired t-test 결과 유의한 차이가 없었다.

2. 제3대구치의 발육에 따른 SMI, CVMI, 연대 연령의 변화

치관이 완성되는 Demirjian D단계에서 중앙값은 SMI 10단계, CVMI 5단계를 나타냈으며 연령은 13.5세였다. 치아 발육이 거의 완료된 Demirjian G, H단계는 8명이었으며 모두 SMI는 11단계, CVMI 6단계로 나타났다 (Table 3).

Table 3. Median, Minimum and Maximum values of the SMI, CVMI and chronological age in relation to Demirjian index

Demirjian index	n	SMI			CVMI			Age		
		Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max
A	2	7	6	8	3	2	4	11.5	10.7	12.3
B	25	7	6	10	4	2	6	11.8	9.9	14.3
C	48	8	6	11	4	2	6	12.3	10.1	15.7
D	135	10	6	11	5	3	6	13.5	10.4	17.8
E	46	11	10	11	6	5	6	15.5	13.3	17.8
F	6	11	10	11	6	5	6	15.7	15.5	18.8
G	7	11	11	11	6	6	6	17.0	14.8	18.2
H	1	11	11	11	6	6	6	19.5	19.5	19.5

n: Number of subjects

Med; Median, Min; Minimum, Max; Maximum

3. SMI 각 단계별 Demirjian index의 분포 양상

SMI 6단계에서는 Demirjian B, C단계, SMI 7, 8, 9, 10단계에서는 C, D단계, SMI 11단계에서는 D, E단계가 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. Demirjian E, F 단계는 SMI 10단계에 처음 관찰되었으며, Demirjian G, H단계는 SMI 11단계에서만 관찰되었다. SMI 10단계는 Demirjian B단계부터, SMI 11단계는 Demirjian C단계부터 나타났다 (Table 4, Fig. 5).

Table 4. Distribution of Demirjian index by SMI (n/%)

SMI	6	7	8	9	10	11	Total
D. index							
A	1(4.5)	0	1(5.0)	0	0	0	2
B	9(40.9)	7(21.9)	2(10.0)	0	7(8.4)	0	25
C	8(36.4)	13(40.6)	4(20.0)	8(32.0)	9(10.8)	6(6.8)	48
D	4(18.2)	12(37.5)	13(65.0)	17(68.0)	59(71.2)	30(34.1)	135
E	0	0	0	0	7(8.4)	39(44.3)	46
F	0	0	0	0	1(1.2)	5(5.7)	6
G	0	0	0	0	0	7(8.0)	7
H	0	0	0	0	0	1(1.1)	1
Total	22(100)	32(100)	20(100)	25(100)	83(100)	88(100)	270

n: Number of subjects

D. index: Demirjian index

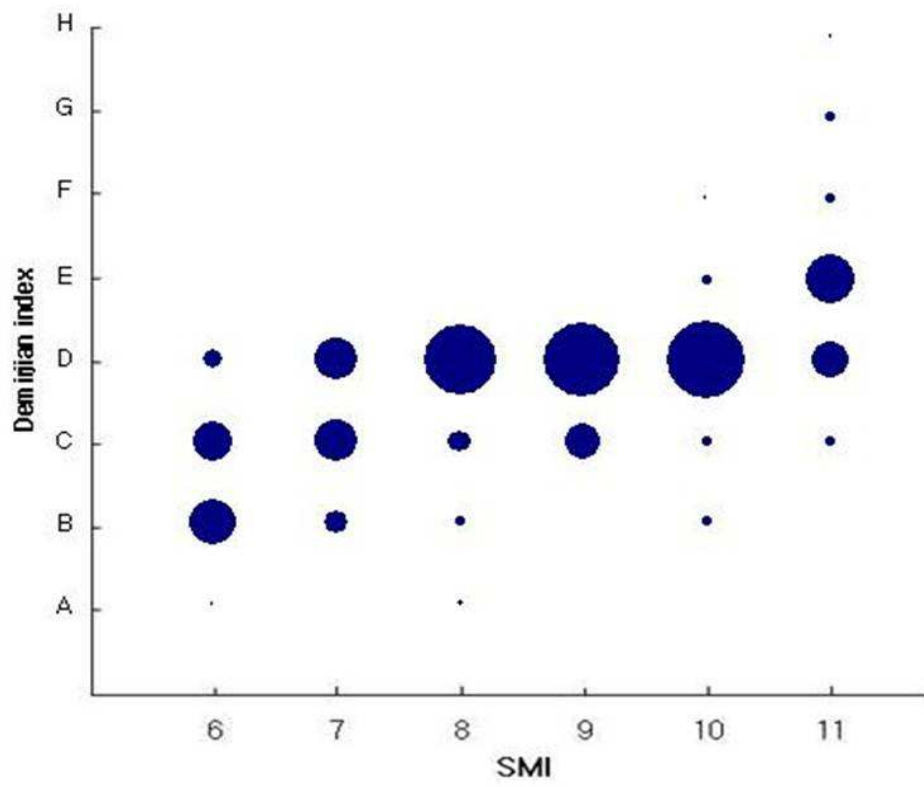


Fig. 5. Scattered diagram to demonstrate the degree of association between SMI and Demirjian index.

4. CVMI 각 단계별 Demirjian index의 분포 양상

CVMI 2단계에서는 Demirjian B, C단계가, CVMI 3, 4, 5단계에서는 C, D단계, CVMI 6단계에서는 D, E단계가 높은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. Demirjian D단계는 CVMI 3단계에서 처음 관찰되었으며 Demirjian E, F단계는 CVMI 5단계에서 처음 나타났다. Demirjian G, H단계는 CVMI 6단계에서만 관찰되었다 (Table 5, Fig. 6).

Table 5. Distribution of Demirjian index by CVMI (n/%)

CVMI D. index	2	3	4	5	6	Total
A	1(11.1)	0	1(2.0)	0	0	2
B	5(55.6)	2(10.0)	11(21.6)	6(7.0)	1(1.0)	25
C	3(33.3)	11(55.0)	14(27.4)	14(16.3)	6(5.8)	48
D	0	7(35.0)	25(49.0)	56(65.1)	47(45.2)	135
E	0	0	0	9(10.5)	37(35.5)	46
F	0	0	0	1(1.1)	5(4.8)	6
G	0	0	0	0	7(6.7)	7
H	0	0	0	0	1(1.0)	1
Total	9(100)	20(100)	51(100)	86(100)	104(100)	270

n: Number of subjects

D. index: Demirjian index

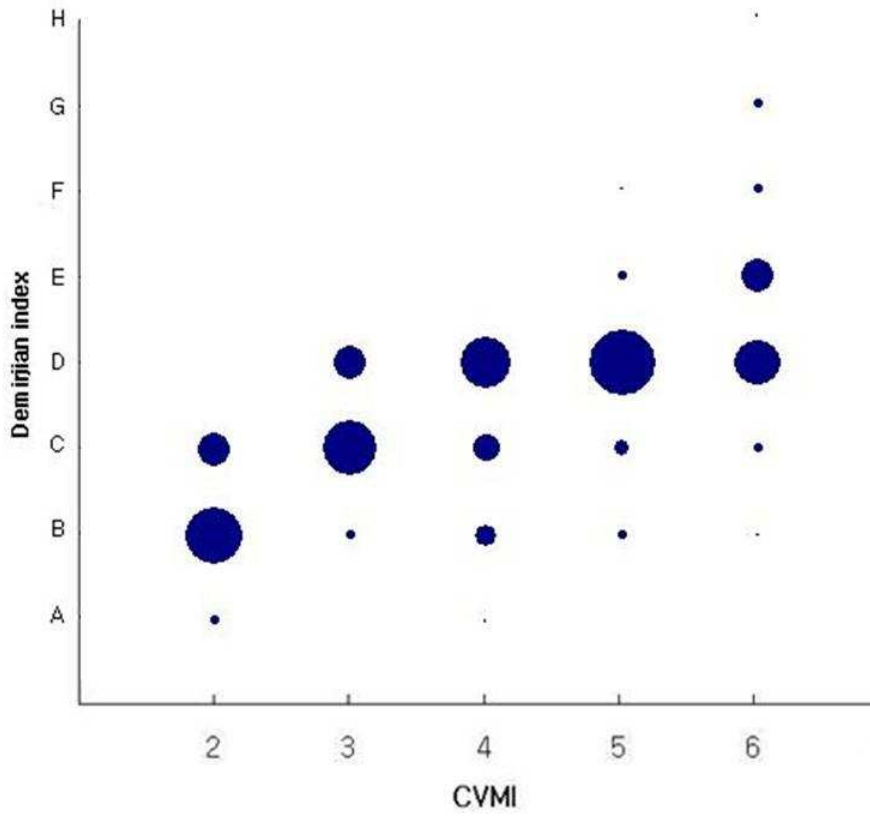


Fig. 6. Scattered diagram to demonstrate the degree of association between CVMI and Demirjian index.

5. Demirjian index별 SMI의 분포 양상

Demirjian A-C단계까지는 샘플 수가 적고 분포가 다양하여 SMI 중 어느 단계가 많은 비율을 차지하는지 단정하기가 어렵다. Demirjian D단계에서는 SMI 10단계가 거의 절반을 차지하며(43.7%), Demirjian E단계부터 SMI 10, 11단계에 집중되는 양상을 보인다. Demirjian G, H단계는 모두 SMI 11단계였다 (Table 6).

Table 6. Distribution of SMI by Demirjian index(n/%)

SMI	Demirjian index								Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	
6	1(50.0)	9(36.0)	8(16.7)	4(3.0)	0	0	0	0	22
7	0	7(28.0)	13(27.0)	12(8.9)	0	0	0	0	32
8	1(50.0)	2(8.0)	4(8.3)	13(9.6)	0	0	0	0	20
9	0	0	8(16.7)	17(12.6)	0	0	0	0	25
10	0	7(28.0)	9(18.8)	59(43.7)	7(15.2)	1(16.7)	0	0	83
11	0	0	6(12.5)	30(22.2)	39(84.8)	5(83.3)	7(100)	1(100)	88
Total	2(100)	25(100)	48(100)	135(100)	46(100)	6(100)	7(100)	1(100)	270

n; Number of subjects

6. Demirjian index별 CVMI의 분포 양상

Demirjian A단계부터 D단계까지는 비율에 차이가 있기는 하지만 CVMI 2단계부터 6단계까지 다양하게 분포하는 양상이 관찰되었다. SMI 분포도와 유사하게 Demirjian E단계부터 CVMI 5,6단계로 집중되는 양상을 나타냈으며 Demirjian G, H단계는 모두 CVMI 6단계였다 (Table 7).

Table 7. Distribution of CVMI by Demirjian index(n/%)

CVMI	Demirjian index								Total
	A	B	C	D	E	F	G	H	
2	1(50.0)	5(20.0)	3(6.2)	0	0	0	0	0	9
3	0	2(8.0)	11(22.9)	7(5.2)	0	0	0	0	20
4	1(50.0)	11(44.0)	14(29.2)	25(18.5)	0	0	0	0	51
5	0	6(24.0)	14(29.2)	56(41.5)	9(19.6)	1(16.7)	0	0	86
6	0	1(4.0)	6(12.5)	47(34.8)	37(80.4)	5(83.3)	7(100)	1(100)	104
Total	2(100)	25(100)	48(100)	135(100)	46(100)	6(100)	7(100)	1(100)	270

n: Number of subjects

7. SMI, CVMI, Demirjian index 사이의 상관관계

SMI와 Demirjian index, CVMI와 Demirjian index 간의 상관관계를 검정한 결과 각각 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있었으며, SMI와 Demirjian index간의 상관성이 좀더 높은 것으로 나타났다. SMI와 CVMI 간에도 통계적으로 유의한 양의 상관관계($r= 0.83$)를 보였다 (Table 8).

Table 8. Intercorrelations of SMI, CVMI, Demirjian index

	SMI	CVMI	D. index	Significance
SMI	1.00	0.83	0.64	***
CVMI	0.83	1.00	0.59	***
D. index	0.64	0.59	1.00	***

*** $P < 0.001$

8. 초경 연령과 제3대구치의 발육 사이의 상관관계

초경을 시작한 연령과 방사선사진 촬영 당시 연령 사이의 간격을 6개월 단위로 구분하여 초경 연령과 Demirjian index 사이의 상관관계를 분석한 결과 통계적으로 유의하지는 않지만 낮은 상관관계($r=0.26$)를 보였다 (Table 9).

Table 9. Correlation between Demirjian index and menarche age

Menarche D. index	Menarche							r	Sig.
	<0.5yr	<1yr	<1.5yr	<2yr	<2.5yr	<3yr	>3yr		
A	0	1	0	0	0	0	1	0.26	***
B	4	2	3	1	0	1	10		
C	11	5	4	3	2	1	11		
D	17	20	18	14	17	11	22		
E	1	0	3	1	4	6	20		
F	0	0	0	0	0	2	4		
G	0	0	0	0	0	0	4		
H	0	0	0	0	0	0	0		

D. index: Demirjian index

r, Correlation coefficient

*** $P < 0.001$

9. 부정교합군 간 Demirjian index의 차이

전체 연구 대상자를 I, II, III급 부정교합으로 나누어 각각의 SMI에 대한 Demirjian index의 중앙값, 최소값, 최대값을 비교했을 때 부정교합군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다 (Table 10).

Table 10. Comparison of Demirjian index among Class I, II and III malocclusions

SMI	Demirjian index									Sig.
	Class I (n= 34)			Class II (n= 79)			Class III (n= 157)			
	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	
6	C	C	C	B	B	C	C	A	D	NS
7	C	B	D	D	B	D	C	B	D	NS
8	D	C	D	D	B	D	C	A	D	NS
9	-	-	-	D	C	D	D	C	D	NS
10	D	C	D	D	B	E	D	B	F	NS
11	E	C	G	E	C	G	E	C	H	NS

n; Number of subjects

Med; Median, Min; Minimum, Max; Maximum

NS; not statistically significant

n; Number of subjects

IV. 고찰

성장하고 있는 아동의 교정 치료에서 바람직한 치료 결과를 얻기 위해서는 사춘기 최대 성장을 정확하게 예측하는 것이 필수적이다. 이를 위해서 수완부, 경추, 경골 등을 이용한 골격 성숙도, 치아 성숙도, 성적 성숙도 등 많은 성장 평가 방법들이 제시되었다 (Chertkow 등 1979, Demirjian 등 1985, Sierra 1987). 그 중에서도 치아 성숙도를 통한 성장 평가는 일상적인 치과 진료 중에 쉽게 평가가 가능하다는 장점이 있으나 치아 성숙도와 골격 성숙도 사이의 관련성에 관해서는 연구마다 결론이 다양하다 (Lauterstein 1961, Liliequist와 Lundberg 1971, Engstrom 1983, Sierra 1987, Lewis와 Garn 1960, Green 1961, Steel 1965, Demirjian 1985). 그리고 제3대구치는 발육과정에 변이가 많다는 가정 하에 연구에서 배제된 경우가 많았다. 본 연구에서는 사춘기 동안 발육 중인 하악 제3대구치를 이용하여 치아성숙도와 골격 성숙도 간의 상관관계를 평가하고, 제3대구치가 가지는 임상적 의미를 평가하고자 하였다.

본 연구에서는 파노라마 방사선사진에서 하악 제3대구치의 발육단계를 측정하였다. 치아 성숙도는 치아 맹출과 발육 단계, 두 가지로 평가하는 것이 일반적이다. Posen(1965)은 치아 맹출이 유착, 유치의 조기 발거나 만기 잔존, 매복, 총생 등의 국소적 요인과 전신 질환, 영양상태 등의 전신적 요인에 영향을 받을 수 있고, 치아가 점막을 뚫고 맹출하는 과정은 매우 빨리 이루어지므로 정확한 시점을 판정하기가 어렵다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 치아 발육단계를 이용하여 치아 성숙도를 평가하고자 하였으며, 여러 방법들 중에서 Demirjian(1976)이 고안한 방법을 사용하였다.

Demirjian index는 절대적인 치아 길이가 아니라 치근 비율과 치아 형태에 기초하여 치아 발육단계를 평가하는 방법이다. 제3대구치 치근은 다른 대구치보다

덜 이개(divergent)되고 종종 융합(fusion)된 경우가 많아서 치근의 길이로 발육단계를 평가하는 것이 어려운 경우가 많다. 그리고 길이의 평가는 주관적인 것으로, 아직 생기지 않은 치근의 총 길이를 예측하여 1/2, 1/3, 2/3을 평가한다는 것은 논리적으로 맞지 않다. Demirjian index는 치아의 분명한 형태 변화를 평가하는 것으로, 치아의 길이가 평가의 신뢰성에 영향을 주지 않는다. 그리고 많은 연구에서 Demirjian index가 검사자간, 검사자내 오차가 가장 적고 실제 연령과 상관성이 높다고 하였다 (Olze 등 2005, Arany 등 2004). 그리고 Hagg(1980)는 Demirjian index가 어린 연령에서 보다 높은 정확성을 나타낸다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 제3대구치 평가에 Demirjian index를 사용하기로 결정하였다.

Bolanos 등(2003)은 Spanish를 대상으로 한 연구에서 제3대구치의 치관은 14세에 완성되며 18.5세에 치근 발육이 끝난다고 하였다. Demisch 등(1956)도 American caucasian을 대상으로 한 연구에서 9세에 제3대구치 발육이 시작되어 14세에 제3대구치 치관이 완성된다고 하였고, Kullman 등(1992)은 하악 제3대구치의 치근 발육은 15.1세에 시작되며 19.3세에 치근이 완성된다고 하였다. 본 연구에서도 치관이 완성되는 시기는 13.5세로 나타났으며, 기존의 연구 결과와 비슷한 범위를 보였다. 치아 발육이 거의 완료된 Demirjian G, H단계는 8명이었으며 이 때 SMI는 11단계, CVMI 6단계로 나타나 골격 성숙도 모두 완료된 것으로 판단된다.

Fishman(1982)에 따르면 여자는 SMI 5단계에서, Hagg와 Taranger(1982)에 따르면 SMI 6단계에서 최대 성장에 이르는 것으로 알려져 있다. CVMI를 이용한 경추의 골성숙도의 경우 Hassel과 Farman(1995)에 따르면 CVMI 3단계에서 최대 성장을 보이며 이는 SMI 5-6단계에 해당한다. Fishman(1982)과 김과 이(1989)에 의하면 SMI 8단계를 지난 경우 사춘기 최대 성장기가 지났다고 추정된다. 대부분의 치아는 경추 및 수완부 골성숙 시기에 비해 어린 연령에 발육되며, 이는 골의 성장보다는 치아의 성장이 빠르게 진행되어 완료된다는 것을 의미한다.

이런 점에서 제3대구치는 더 늦게 사춘기 동안 천천히 발육하므로 이를 임상에 응용할 수 있다면 성장 평가 지표로서 활용할 수 있을 것이다.

SMI 6단계부터 11단계까지 각 단계에 해당하는 대상자들을 Demirjian index에 따라 분류했을 때 SMI 6단계에서는 Demirjian C단계 이하가 대부분을 차지(81.8%)했으나 점차 Demirjian D단계의 비율이 증가하여 SMI 7, 8, 9, 10단계에서는 Demirjian C, D단계가 높은 비율을 차지하는 양상을 나타냈다. 전반적으로 각 SMI 단계에서도 Demirjian index는 A-F단계까지 다양하게 나타나는 양상을 보여 제3대구치의 발육이 어느 정도 개인차가 있음을 나타냈다. SMI 10단계에서는 Demirjian index D단계 이상이 81.0%, SMI 11단계에서는 93.2%를 차지하였다. Garn 등(1962)은 제3대구치의 발육 단계를 9단계로 나누고 각 단계 사이의 상관성을 분석했을 때 가까운 단계들간의 상관성은 높으나 멀리 떨어진 단계들일수록 상관성이 낮아진다고 하였는데, 이는 제3대구치가 발육을 계속하면서 더욱 변이가 많아진다는 것을 의미한다.

CVMI 2단계부터 6단계까지 각 단계에 해당하는 대상자들을 Demirjian index에 따라 분류했을 때 CVMI 2단계에서는 Demirjian B, C단계(88.9%)가, CVMI 3단계에서는 Demirjian C, D단계(90.0%)가 대부분을 차지하였으며 CVMI 4, 5단계에서는 Demirjian D단계(49.0%)가 가장 많았다. CVMI 6단계에서는 Demirjian index가 B단계부터 H단계까지 다양하게 나타나서 SMI별 Demirjian 분포와 비슷하게 단계가 증가할수록 제3대구치의 발육이 더욱 다양해지는 양상을 보였으며 D단계 이상이 93.2%를 차지하였다.

Demirjian index별로 SMI 분포도를 조사하였다. Demirjian D단계 이하의 SMI 분포가 다양하며 분산되어 있어 특정한 양상을 설명하기는 어렵다. Demirjian E, F 단계는 SMI 10, 11단계가 100%였으며 Demirjian G, H단계는 모두 SMI 11단계였다. 같은 방식으로 Demirjian index별 CVMI 분포도를 조사했을 때 SMI에서와 마

찬가지로 Demirjian D단계까지는 CVMI 분포가 다양하게 나타났으며 Demirjian E, F단계는 CVMI 5, 6단계가 전부를 차지했고 Demirjian G, H단계는 모두 CVMI 6 단계로 성장이 완료된 시점이였다. 이를 종합하면 제3대구치 치관이 완성되고 치근이 형성되기 시작하는 Demirjian index E단계 이상이면 SMI 10단계, CVMI 5단계 이상에 속한다고 예측할 수 있을 것이다. 하지만 골격 성장에도 많은 개인차가 있어서 표준화시키는 것이 어려운 것처럼 성장 평가에 있어 하나의 보조적인 수단으로서 치아 성숙도를 평가하는 것이 바람직하다 (Nanda, 1988).

제3대구치의 발육(Demirjian index)과 수완부(SMI) 및 경추(CVMI)의 골 성숙도 사이의 상관관계를 검정한 결과 통계적으로 유의한 양의 상관관계가 있는 것으로 나타났다 (SMI와 Demirjian index에서 $r=0.64$, CVMI와 Demirjian index에서 $r=0.59$). 또한 SMI와 CVMI 간에도 높은 상관관계($r=0.83$)를 보이는 것으로 나타났는데, 이 역시 Hassel과 Farman(1995)의 연구와 비슷한 결과이다. 그리고 경추의 골성숙도보다는 수완부 골성숙도가 제3대구치의 발육과 상관성이 약간 더 높은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 제3대구치의 발육과 골 성숙도 사이에 높은 상관관계가 존재한다고 하였던 Demisch 등($r=0.73$, 1956), Engstrom($r=0.71$, 1983)의 연구 결과와 일치하는 것이다. 하지만 Garn과 Lewis(1960), Tanner(1962), Demirjian 등(1985), Krailassiri 등(2002)는 하악 제3대구치와 골격 성숙도 사이에 상관성이 낮거나 통계적으로 의미가 없다고 하였다. 이처럼 기존 연구에서 제3대구치의 발육과 골격 성숙도 간의 상관성은 다양하게 나타난다.

Garn과 Lewis(1960)는 하악 제3대구치와 골격 성숙도 사이에 상관성이 낮거나 통계적으로 의미가 없다고 하였는데, 이 연구에서는 치아 발육단계를 매우 세분화하여 경골(tibia)과 수완부 골단(epiphyses)의 융합 여부와의 상관성만 평가하였기 때문에 그 의미가 떨어진다. Moorrees 등(1963)이 언급한 것처럼 치아 발육단계를 지나치게 세분화해서 평가하는 경우 정확하게 발육단계를 판단하기 어려울 뿐만 아니라 다음 골격 성숙단계가 진행될 만큼의 충분한 시간이 확보되지 않은 상

태에서 여러 번 평가가 이루어지게 된다. 그렇기 때문에 발육단계를 적게 분류하는 것이 성장 평가에 바람직하다. 또한 골격 성숙도를 평가하기 위해 어떤 골 부위를 선택했는지, 치아 성숙도 평가에 어떤 방법을 사용했는지에 따라서도 통계학적 상관성은 다르게 나타날 수 있다.

연구 대상이 다른 것도 제3대구치와 골격 성숙도의 상관관계가 다르게 나타나는 중요한 이유이다. Demisch 등(1956)은 백인 아동을 대상으로 한 연구에서 제3대구치와 골격 성숙도의 상관도가 0.8에 달한다고 했지만, 같은 방법으로 태국에서 실시한 연구에서는 고작 0.3에 불과했다 (Krailassiri 등 2002). Mincer 등(1993)은 14세부터 25세까지 미국 백인과 흑인의 제3대구치 발육에 대해 조사하였을 때 인종 간에 차이는 없다고 하였다. 하지만 Gorgani 등(1990)은 6-14세의 미국 백인과 흑인을 대상으로 한 연구에서 흑인이 제3대구치 발육이 1년 정도 빠르다고 하였다. Olze 등(2005)은 일본인과 독일인, 남아프리카인을 비교했을 때 남아프리카인, 독일인, 일본인 순으로 제3대구치 발육이 빨리 진행된다고 하였으며 독일인이 일본인보다 2-3년 일찍 치근이 완성된다고 하였다.

초경과 치아 성숙도와의 상관성에 대하여 Nanda(1960)는 영구치 맹출과 초경 사이에 상관성이 있다고 하였다 ($r=0.59$). Garn 등(1962)은 제2대구치 맹출과 초경은 비교적 높은 상관성($r=0.61$)을 나타낸다고 하였으나 제3대구치의 석회화 개시와는 낮은 상관성($r=0.07$)을 보고하며 통계적으로 유의하지 않다고 하였다. Demirjian 등(1985)은 치아발육이 독립적인 기전에 따라 이루어지며, 치아발육단계 지표가 다른 성장평가 지표보다 정밀하기 때문에 골격, 성적 성숙도와 치아 성숙도의 상관관계가 낮다고 주장하며, 초경과 치아 성숙도의 상관계수를 -0.10 으로 보고하였다. Garn 등(1962)은 일반적으로 치아 발육과 골격, 성적 성숙도 사이에 상관성이 있는 것은 분명하지만 제3대구치는 다른 치아들에 비해 발육이 독자적으로 이루어지며 따라서 골격, 성적 성숙도와의 상관성은 낮다고 하였다. 본 연구 대상자 270명 중에서 초경이 확인된 224명을 대상으로 초경 연령과 제3대구

치의 발육 간의 상관관계는 낮은 것으로 나타났다 ($r=0.26$). 상관계수가 기존 문헌보다는 높게 나타났으나 제3대구치의 발육과 초경 연령 사이의 상관성에 의미를 부여하기에는 무리가 있다.

본 연구에서 부정교합군 간에 제3대구치 발육에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. Shuttleworth(1939)는 최대 성장에 빨리 도달하는 소녀에서 치아 발육 역시 빠르게 나타났다고 하였고, Nanda(1988)는 골격성 개방교합 환자에서 안면골 성숙이 빨리 이루어지며, 치아 발육 역시 마찬가지라고 하였다. Janson(1998) 등은 장안모 환자가 단안모에 비해 사춘기 성장 가속이 일찍 시작되며, 그만큼 치아 성숙도 빠르다고 주장했다. 이 연구들은 전체적인 골격 성장이 빨리 이루어지면 치아 발육도 그만큼 빨리 이루어진다는 주장이다. 본 연구에서는 하악 제3대구치의 발육과 하악골 발육의 상관성에 초점을 두고 부정교합별로 제3대구치의 발육에 차이가 있는지를 밝히고자 하였다. 제2대구치 후방에 제3대구치가 맹출할 수 있는 충분한 공간이 확보된다면 매복될 확률이 적고 정상적으로 맹출할 수 있기 때문에 임상적으로 III급 부정교합의 경우 하악골이 과도하게 발육되는 것으로 인해 제3대구치가 일찍 맹출하여 좋은 배열을 이룬다 (Silling 1973). 하지만 본 연구는 제3대구치의 맹출 시기, 매복률이 아니라 맹출 이전의 발육단계 평가에 초점을 두었다. 연구 결과 부정교합군 간에 제3대구치의 발육 차이는 없는 것으로 나타났다. 이를 통해 III급 부정교합에서 제3대구치의 맹출 시기가 빠를 수는 있지만 부정교합 양상이 제3대구치의 발육에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 해석할 수 있을 것이다.

본 연구를 통해 제3대구치의 발육과 골격 성숙도 사이에 어느 정도 관련이 있음이 밝혀졌으며, 이는 임상가들이 파노라마 방사선사진 상에서 보다 쉽게 사춘기 성장을 평가할 수 있음을 의미한다. 그러나 제3대구치는 기존의 연구에서 알려진 것처럼 기본적으로 변이가 많은 치아이기 때문에 제3대구치의 발육단계를 이용해서 성장을 평가하고자 할 때에는 반드시 이러한 개인차를 고려해야 할 것이다.

그런 점에서 본 연구는 사춘기 성장에 있는 여자를 대상으로 횡단적 연구를 시행하였고, 연구 대상자도 주로 Demirjian C, D, E단계에 집중되었기 때문에 결과를 평가하기에 한계점을 가지고 있다. 좀더 연구대상자 수를 늘리고 종단적 연구를 시행한다면 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있으리라 생각한다.

V. 결론

사춘기 동안 발육 중인 하악 제3대구치를 이용하여 치아 성숙도와 경추 및 수완부 골 성숙도 간의 상관관계를 평가하고, 성장 평가에 있어서 제3대구치의 발육이 갖는 임상적 의미를 평가하고자 계획된 본 연구에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Demirjian index와 SMI, CVMI 간의 상관관계에서 SMI와 Demirjian index($r= 0.64$), CVMI와 Demirjian index($r= 0.59$)는 통계적으로 유의한 양의 상관관계를 보였다 ($P < 0.001$).
2. 제3대구치 치관이 완성되고 치근이 형성되기 시작하는 Demirjian index E단계 이상이면 SMI 10단계, CVMI 5단계 이상에 속한다.
3. 초경 연령과 Demirjian index간의 상관관계($r= 0.26$)는 낮았다 ($P < 0.001$).
4. Demirjian index를 통해 평가한 제3대구치의 치아성숙도는 I, II, III급 부정교합 간에 차이가 없었다.

성장기 부정교합 환자의 교정치료에서 진단과 치료계획 수립에 있어 잔여 성장 평가는 매우 중요하다. 이상의 연구 결과 제3대구치의 발육단계를 이용한 치아성숙도 평가는 경추 및 수완부 골 성숙도와 조합하여 사용한다면 사춘기 성장 평가에 있어 하나의 보조적인 수단으로 활용될 수 있을 것이다.

특히 치근이 형성되기 시작하는 Demirjian index E단계 이상이면 SMI 10단계, CVMI 5단계 이상에 속하는 것으로 나타났기 때문에 방사선사진에서 하악 제3대구치 치근이 형성되기 시작하는 것이 관찰된다면 사춘기 최대 성장이 지나고 성장이 거의 완료된 것으로 판단할 수 있을 것이다. 하지만 제3대구치는 기존의 연

구에서 알려진 것처럼 기본적으로 변이가 많은 치아이기 때문에 제3대구치의 발육단계를 이용해서 성장을 평가하고자 할 때에는 반드시 이러한 개인차를 고려해야 한다.

참고문헌

Anderson DL, Thompson GW, Popovich F. Age of attainment of mineralization stages of the permanent dentition. *J Forensic Sci* 1976;21:191-200

Arany S, Iino M, Yoshioka N. Radiographic survey of third molar development in relation to chronological age among Japanese juveniles. *J Forensic Sci* 2004;49:534-548

Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002;72:316-323

Banks HV. Incidence of third molar development. *Angle Orthod* 1934;4:223-233

Bishara SE, Jamison JE, Peterson LC, DeKock WH. Longitudinal changes in standing height and mandibular parameters between the ages of 8 and 17 years. *Am J Orthod* 1981;80:115-135

Bolanos MV, Moussa MC, Bolanos MJ, Briones MT. Radiographic evaluation of third molar development in Spanish children and young people. *Forensic Sci Int* 2003;136:52-57

Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of the ulnar sesamoid. *Angle Orthod* 1979;49:282-288

Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt.

Am J Orthod 1980;77:79-91

Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. Hum Biol 1973;45:211-227

Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. Ann Hum Biol 1976;3:411-421

Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R, Patterson DK. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. Am J Orthod 1985;88:433-438

Demisch A, Wartmann P. Calcification of the mandibular third molar and its relation to skeletal and chronological age in children. Child Dev 1956;27:459-473

De Salvia A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D. Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. Forensic Sci Int 2004;146 Suppl:S9-S12

Dhanjal KS, Bhardwaj MK, Liversidge HM. Reproducibility of radiographic stage assessment of third molars. Forensic Sci Int 2006;159 Suppl 1:S74-77

Engstrom C, Engstrom H, Sagne S. Lower third molar development in relation to skeletal maturity and chronological age. Angle Orthod 1983;53:97-106

Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. Angle Orthod 1982;52:88-112

Fishman LS. Maturational patterns and prediction during adolescence. *Angle Orthod* 1987;57:178-193

Flory C. Osseous development in the hand as an index of skeletal development. Committee on child development, Chicago:University of Chicago Press 1936

Garn SM, Lewis AB, Bonne B. Third molar formation and its development course. *Angle Orthod* 1962;32:270-279

Garn SM, Lewis AB. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod* 1960;30:70-77

Gorgani N, Sullivan RE, DuBois L. A radiographic investigation of third molar development. *ASDC J Dent Child* 1990;57:106-110

Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 1976;69:611-619

Green LJ. The relationships among height, weight and chronological, dental and skeletal ages. *Angle Orthod* 1961;31:189-193

Gunst K, Mesotten K, Carbonez A, Willems G. Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic Sci Int* 2003;136:52-57

Hagg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odontol Scand* 1980;38:187-200

Hagg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J*

Orthod 1982;82:299-309

Harris MJ, Nortje CJ. The mesial root of the third mandibular molar. A possible indicator of age. J Forensic Odontostomatol 1984;2:39-43

Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. Am J Orthod 1995;107:58-66

Helsing E. Cervical vertebral dimensions in 8-, 11-, and 15-year-old children. Acta Odontol Scand 1991;49:207-213

Jamroz MB, Kuijpers-Jagtman AM, Katsaros C. Dental maturation in short and long facial types. Angle Orthod 2006;76:768-772

Janson GRP, Martins DR, Tavano O, Dainesi E. Dental maturation in subjects with extreme vertical facial types. Eur J Orthod 1998;20:73-78

Johanson G. Age determinations from human teeth. Odontolog Rev 1971;22:27-39

Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental calcification stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. Angle Orthod 2002;72:155-166

Krogman WM. Biological timing and the dento-facial complex. ASDC J Dent Child 1968;35:175-185

Kullman L, Johanson G, Akesson L. Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. Swedish Dent J 1992;16:161-167

- Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Master Science Thesis, University of Pittsburg 1972
- Lauterstein AM. A cross-sectional study in dental development and skeletal age. *J Am Dent Assoc* 1961;62:161-167
- Levesque GY, Demirijian A, Tanguay R. Sexual dimorphism in the development, emergence, and agenesis of the mandibular third molar. *J Dent Res* 1981;60:1735-1741
- Liliequist B, Lundberg M. Skeletal and tooth development. A methodologic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1971;11:97-112
- Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci* 1993;38:379-390
- Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt EE. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* 1963:1490-1502
- Nanda RS. Eruption of human teeth. *Am J Orthod* 1960;46:363-378
- Nanda SK. Patterns of vertical growth in the face. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93:103-116
- Nortje CJ. The permanent mandibular third molar. Its value in age determination. *J Forensic Odontostomatol* 1983;1:27-31
- Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A.

Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med* 2005;119:22-26

Orhan K, Ozer L, Orhan AI, Dogan S, Paksoy CS. Radiographic evaluation of third molar development in relation to chronological age among Turkish children and youth. *Forensic Sci Int* 2007;165:46-51

Posen AL. The effect of premature loss of deciduous molars on premolar eruption. *Angle Orthod* 1965;35:249-252

Shumaker DB. A comparison of chronologic age and physiologic age as predictors of tooth eruption. *Am J Orthod* 1974;66:50-57

Shuttleworth FK. The physical and mental growth of girls and boys age six to nineteen in relation to age at maximum growth. *Monograph of the Society for Research and Child Development* 1939;4:1-291

Sierra AM. Assessment of dental and skeletal maturity. A new approach. *Angle Orthod* 1987;57:194-208

Silling G. Development and eruption of the mandibular third molar and its response to orthodontic therapy. *Angle Orthod* 1973;43:271-278

Steel GH. The relation between dental maturation and physiological maturity. *Dent Practit* 1965;16:23-34

Tanner JM. *Growth at adolescence*. 2nd edition. Oxford. Blackwell Scientific publications;1962:55-93

Uysal T, Sari Z, Ramoglu SI, Basciftci FA. Relationships between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. *Angle Orthod* 2004;74:657-664

Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:622-628

Willershausen B, Loffler N, Schulze R. Analysis of 1202 orthopantograms to evaluate the potential of forensic age determination based on third molar developmental stages. *Eur J Med Res* 2001;6:377-384

이진형, 양원식. 골격성 III급 부정교합자의 경추와 수완부 골 성숙도에 관한 연구. *대치교정지* 1990;20:157-168

김형일, 이동주. 부정교합자의 사춘기 성장과 수완부 골 성숙단계에 관한 누년적 연구. *대치교정지* 1989;19:123-135

Abstract

Skeletal maturation evaluation using mandibular third molar development in growing patients

Sun Mi Cho

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor **Chung Ju Hwang**, D.D.S., Ph.D.)

Determining the maturation of growth potential during preadolescence or adolescence is extremely important in clinical orthodontics since treatment in growing children result depends on the growth factor. However, considerable variations in the development among children of the same chronologic age have led to the concept of biologic or physiologic age. The developmental status of a child is best estimated relative to specific stages of physiologic maturity. In practice, various biological ages such as height, bone maturity, sex maturity and dental maturity have been proposed for this purpose. The aim of this study was to estimate dental maturity using Demirjian index for the mandibular third molar and investigate the relationships between dental maturity and skeletal maturity among growing patients.

The samples were derived from panoramic, lateral cephalometric and hand-wrist radiographs of 270 female subjects registered as patients at the orthodontic department, dental hospital, Yonsei university. Dental maturity and

skeletal maturity were estimated at these radiographs. The results were as follows.

1. There was a significant correlation($r=0.64$) between SMI and Demirjian index, and a similar correlation($r=0.59$) was observed between CVMI and Demirjian index ($P < 0.001$).
2. If Demirjian index is above stage E, SMI is above stage 10 and CVMI is above stage 5.
3. There was low correlation($r=0.26$) between menarche and Demirjian index ($P < 0.001$).
4. There was no significant difference in Demirjian index among Class I, II and III malocclusions.

Dental maturity evaluation using mandibular third molar will be an adjunctive tool in combination with cervical vertebrae and hand-wrist maturity evaluation. In this study it was proved that if Demirjian index is above stage E, SMI is above stage 10 and CVMI is above stage 5. So it is possible to judge that growth may be almost completed when the beginning of root formation of third molar is seen in the radiograph.

Key words : third molar, dental maturity, hand-wrist, cervical vertebrae, skeletal evaluation