대치교정지 2000, 30(2) : 143-157

치아성숙도와 골성숙도의 상호연관성에 관한 연구

이 영 미[1] · 김 광 원[2] · 윤 영 주[3]

본 연구는 성장중인 부정교합 환자의 진단이나 치료계획의 수립, 치료방법 및 시기, 예후등을 결정하는데 중요한 판단의 지침이 되는 치아성숙도와 경추 및 수완부 골 성숙도의 연령별 성숙정도와 이들 상호간의 연관성을 규명하여 개인의 보다 정확하고 효율적인 성장정도를 평가하기 위해 조선대학교 치과대학 부속치과병원 교정과에 내원한 환자 중, 동일한 날짜에 촬영된 측모두부방사선규격사진과 수완부방사선사진 및 파노라마사진이 모두 있으며, 성장발육에 영향을 미칠 수 있는 구개파열 및 구순열등의 선천적 기형이 없는 1055명 (남자 458명, 여자 597명)을 연구대상으로 하여 상, 하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 치아성숙도와 경추 (CVMI) 및 수완부 (SMI)의 골성숙도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 남녀모두에서 치아성숙도와 경추 및 수완부 골성숙도 사이에 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다 ($P<0.001$).
2. 남녀모두에서 수완부 골성숙도와 경추의 골성숙도 사이에 0.91-0.93의 높은 상관관계를 보였다.
3. 남녀모두에서 수완부 골성숙도와 상,하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치 성숙도 사이에 0.8이상의 높은 상관관계를 보였다.
4. 경추의 골성숙도는 상악견치의 성숙도와 0.8의 높은 상관관계를 보였다.
5. 남녀모두에서 연령별 경추 및 수완부의 골성숙단계와 치아성숙단계를 구하였다.

이상을 종합해볼 때, 경추 및 수완부 골성숙도와 치아성숙도는 개인의 사춘기 성장정도를 평가하여 부정교합 환자의 진단 및 치료계획을 수립하는데 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

주요단어 : 치아성숙도, 경추의 골성숙도, 수완부의 골성숙도

서 론

성장중인 부정교합 환자의 치료에 있어서 개인의 성장정도를 정확하게 평가하는 것은 장기적인 치료계획을 수립하거나 치료예후를 결정하는데 매우 중요하며,[1-7] 이를 위해 연령, 체중, 이차성징의 출현, 신장, 치아성숙도, 골성숙도 등이 사용되고 있다.[1,8-13] 이 중 환자의 연령 및 체중은 개인차가 심하고, 이차성징은 관찰상의 어려움과 객관적 정확성이 결여되어 정확한 성장정도를 평가하는데 효과적이지 못하며, 신장은 안면골격의 최대성장이 신장의 사춘기적 최대성장과 거의 일치하거나 6-12개월 늦으므로 가장 정확하다고 볼 수 있으나,[8,13-31] 성장기동안 주기적인 계측에 의해서만 환자의 성장상태를 확인할 수 있어서 대개 최대성장기가 지난 후에야 성장정도의 감별이 가능하기 때문에 치료계획 수립시 한번의 진단자료로 환자의 성장상태를 파악해야만 하는 교정치료에 있어서는 어느 정도의 한계를 지니고 있다고 볼 수 있다.

치아의 성숙도를 평가하는 방법은 치아맹출도에 따른 방법과 치아석회화 과정에 따르는 방법이 있는데, 치아맹출도에 따른 평가방법은 골격성장과의 상관관계가 비교적 낮을 뿐 아니라[9-12,32-36] 변이를 야기

[1] 조선대학교 대학원 치의학과, 치의학박사
[2] 조선대학교 치과대학 교정학교실, 교 수
[3] 조선대학교 치과대학 교정학교실, 조교수

Table 1. Numbers of materials used in this study

Sex\Age(yrs)	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Male	22	28	49	53	44	38	39	39	30	37	23	21	18	17	458
Female	25	26	51	66	80	62	63	51	52	33	24	23	22	19	597

할 수 있는 많은 외인성요소[21,37-38] 때문에 적합하지 못한 반면, 치아의 석회화과정은 계속되는 일련의 성숙과정으로서 주위환경에 의한 영향을 많이 받지 않기 때문에 치아성숙도를 평가하는데 보다 적합한 척도로서 이용되고 있다.[39] 이러한 치아성숙도를 평가하기 위해 Demirjian[40]은 치배에서 석회화가 시작되는 시기부터 치근단이 폐쇄되는 시기까지 8단계로 구분하였고, Nolla[41]는 치아의 발육단계를 미석회화기부터 근단폐쇄기까지 10단계로 구분하여 치아석회화 정도에 따른 치아성숙도를 평가하였다.

골성숙도란 골석회화의 발육정도를 의미하는데 신장과 골성숙도는 서로 독립적이어서 신장에 비해 골성숙도가 성장정도를 평가하는데 훨씬 밀접하게 관련되어 있다.[42-43] 성장하는 동안 모든 골은 방사선 사진상으로 일련의 변화를 판독할 수 있으며, 개인차에 따라 약간의 예외가 존재하기도 하지만 성장에 따른 골석회화도의 변화는 모든 사람에게서 거의 일정하며 이를 비교하는데 재현성이 매우 우수한 방법으로 알려져 있다.[44] 이러한 골 성숙도를 평가하기 위해서는 수완부 방사선사진과 두부방사선사진을 이용하는데 수완부 방사선 사진을 이용한 골 성숙도의 평가방법에 대해 Greulich등,[44] Leite,[23] Hagg 등,[45] Fishman[46] 등이 보고하였고, 이 중 Fishman[46]은 수완부골이 화골화되는 순서에 따라 골성숙단계를 평가 (Skeletal maturation assessment; SMA)하기 위해 첫째, 셋째, 다섯째 수지 및 요골 (radius)에서 여섯 부위를 택하여 골성숙지수 (Skeletal Maturity Indicator; SMI)를 구하였다.

또한 Hassel과 Farman[47]은 두부방사선규격사진상에 나타난 제2,3,4 경추의 성장양상에 따라 골성숙단계를 여섯 단계로 분류하여 경추의 골성숙지수 (Cervical vertebrae maturation indicators; CVMI)를 구하였다. 특히 Lamparski[48]는 경추를 이용한 골 성숙도의 평가방법이 수완부 골 성숙도와 비교하여 믿을만하고 높은 상관관계가 있을 뿐 아니라 측모두부방사선사진상에 경추가 기록되어 있으므로 경제적이고 추가적인 방사선 노출을 피할 수 있는 장점이 있다고 하였으며, Broadbent 등[49]은 적은 비용과 시간으로 유용한 정보를 제공하고 쉽게 평가할 수 있는 수완부 방사선사진을 이용한 골성숙도의 평가방법을 추천하였다.

치아성숙도와 골성숙도간의 상관관계에 대해 Lauterstein,[50] Sierra[12] 등은 치아의 석회화와 골성숙도는 상관성이 높다고 한 반면, Green,[38] Demirjian 등[11]은 상관성이 낮다고 하였는데 이는 보다 정확한 개인의 성장정도를 예측하기 위한 치아성숙도와 골성숙도의 평가 기준이 아직까지도 논란의 여지가 있음을 의미한다. 따라서 본 연구는 성장중인 부정교합 환자의 진단이나 치료계획의 수립, 치료방법 및 시기, 예후등을 결정하는데 중요한 영향을 미치는 치아와 골의 연령별 성숙정도와 이들 상호간의 연관성을 규명하여, 개인의 보다 정확하고 효율적인 성장정도를 평가하는데 그 목적이 있다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

조선대학교 치과대학 부속치과병원 교정과에 내원한 환자 중, 동일한 날짜에 촬영된 측모두부방사선규격사진과 수완부방사선사진 및 파노라마사진이 모두 있으며, 성장발육에 영향을 미칠 수 있는 구개파열 및 구순열등의 선천적 기형이 없는 1055명 (남자 458명, 여자 597명)을 연구대상으로 하였다. 연구대상자의 분포는 Table 1과 같다.

2. 연구방법

(1) 측모두부방사선규격사진 촬영

본 연구에 사용된 측모두부방사선 장치는 PM 2002 CC Proline(PLANMECA사) 으로 촬영조건은 관전압 76Kvp, 관전류 11mA, 노출시간 0.6초로 X선 target에서 피검자의 정중시상면 까지의 거리가 150cm이고 정중시상면에서 film까지의 거리가 15cm로 고정된 장치로 촬영하였다.

Table 2. Cervical vertebrae maturation indicators (CVMI)

1. *Initiation*
   - 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*
   - 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*
   - 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*
   - 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*
   - 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*
   - Adolescent growth is completed
   - Deep concavities are prescent for inferior vertebral body borders oc C2, C3, and C4
   - C3 and C4 heights are greater than widths

(From Hassel and Farman, 1995, with permission)

(2) 수완부방사선사진 촬영

수완부방사선사진 촬영에 사용된 장치는 Digital X-ray system(HYUNDAI사) 으로 촬영조건은 관전압 50Kvp, 관전류 100mA, 노출시간 0.07초로 X선 target에서 피검자의 오른손까지의 거리는 100cm가 되도록 하여 피검자의 오른손 부위의 부착물을 모두 제거한 후, 피검자의 어깨를 촬영대와 평행 되게 앉히고 cassette의 장축을 오른손의 장축과 평행되게 위치시켜 손바닥이 cassette에 접하면서 손가락을 자연스럽게 벌리게 하여 X선 장치의 관구의 중심이 수직으로 수근부위(carpal area)의 중심을 향하도록 촬영하였다.[51]

(3) 파노라마사진 촬영

파노라마 방사선사진 촬영에 사용된 장치는 PM 2002 CC Proline(PLANMECA사) 으로 촬영조건은 관전압 68Kvp, 관전류 7mA, 노출시간 18초로 X선 target에서 피검자의 정중시상면 까지의 거리가 48cm이고 피검자의 교합면이 바닥과 평행하면서 절단교합을 이룬 상태에서 하악을 고정시킨 후 정중선에 일치되도록 하여 촬영하였다.

(4) 골성숙단계 평가

가. 경추의 골성숙단계

Hassel 과 Farman의 분류방법[47]을 이용하여 두부방사선규격사진상에 나타난 제2,3,4 경추의 성장양상에 따라 여섯 단계로 분류하여 경추의 골 성숙지수(Cervical vertebrae maturation indicators; CVMI)를 구하였다 (Fig. 1, Table 2).

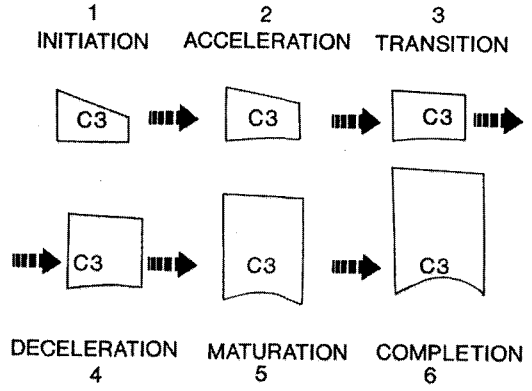

Fig. 1. Cervical vertebrae maturation indicators using C3 as guide *(From Hassel and Farman, 1995, with permission)*

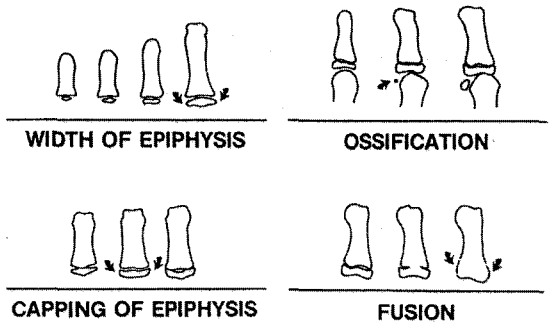

Fig. 2. Radiographic identification of skeletal maturity indicators
A. Epiphysis equal in width to diaphysis.
B. Appearance of adductor sesamoid of the thumb.
C. Capping of epiphysis.
D. Fusion of epiphysis.
(From Fishman, 1982, with permission)

나. 수완부의 골성숙단계

수완부방사선사진을 이용하여 Fishman[46]의 골 성숙평가 (Skeletal maturation assessment; SMA) 방법에 따라 첫째, 셋째, 다섯째 수지 및 요골 (radius)에서 여섯 부위를 택하여 골성숙지수 (Skeletal maturity indicators ; SMI)를 구하였다 (Fig. 2 & 3, Table 3).

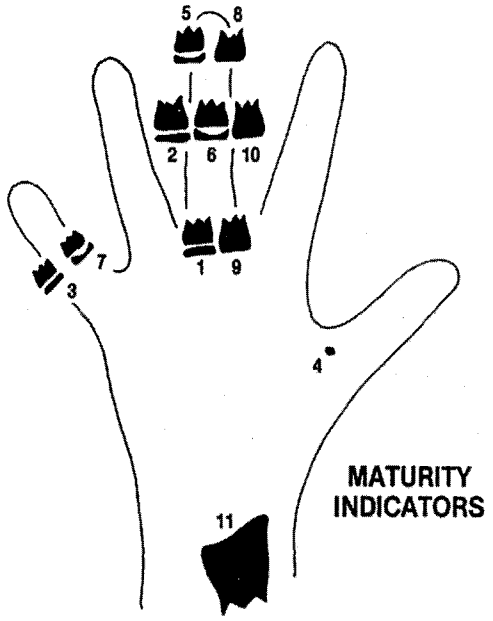

Fig. 3. Eleven skeletal maturity indicators (SMIs) *(From Fishman, 1982, with permission)*

Table 3. 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

(From Fishman, 1982, with permission)

(5) 치아의 성숙단계 평가

파노라마사진을 이용하여 Nolla의 방법[41]에 따라 상, 하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 발육단계를 미석회화기부터 근관폐쇄기까지 10단계

Fig. 4. The stages of tooth calcification *(From Nolla, 1960, with permission)*

로 구분하여 치아석회화 정도에 따른 치아성숙도를 구하였다 (Fig. 4). 이때 좌우 어느 한쪽에 치아의 결손이나 수복 또는 교정치료의 경험을 가진 경우, 좌우 치아의 발육도에 차이가 나는 경우, 같은 치아에서 근원심 치근의 발육도가 현저하게 다른 경우는 연구대상에서 제외시켰다.

(6) 통계적 분석

통계처리는 SPSS statistical package를 이용하여 상, 하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 석회화 단계와 경추 및 수완부 골성숙단계의 연령별 평균치와 표준편차를 구하고 남녀별 유의성을 검정하였으며, 치아성숙도와 경추 및 수완부 골성숙도 사이의 상호 연관성을 규명하기 위해 상관분석을 시행하여 통계적 유의성을 검정하였다.

본 연구성적 표에서 사용된 약자기호는 다음과 같다.

Sexes
M = Male
F = Female
Indexes
SMI = skeletal maturity indicators
CVMI = cervical vertebrae maturity indicators
Teeth
U3 = upper cuspid
U4 = upper first bicuspid
U5 = upper second bicuspid
U7 = upper second molar
L3 = lower cuspid
L4 = lower first bicuspid
L5 = lower second bicuspid
L7 = lower second molar

연구성적

1. 골의 성숙단계

수완부 및 경추의 골성숙단계에 대한 남.여의 연령별 평균단계와 표준편차 및 남녀간의 유의성 여부는 Table 4, Table 5와 같다.

가. 수완부 골성숙단계

모든 연령에서 여자에 비해 남자의 골성숙지수가 작게 나타났으며, 7세-16세까지는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($P<0.01$). 남.여의 연령대별 변화량 중 13세-14세 사이의 남자와, 11세-12세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

나. 경추의 골성숙단계

17세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 골성숙지수가 작게 나타났으며, 8세-15세까지는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($P<0.05$). 남.여의 연령대별 변화량 중 13세-14세 사이의 남자와, 12세-13세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

2. 치아의 성숙단계

상, 하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 성숙단계에 대한 남.여의 연령별 평균단계와 표준편차 및 남녀간의 유의성 여부는 Table 4, Table 5와 같다.

Table 4. Means, Standard deviations of dental (U1-L7) and skeletal (SMI & CVMI) maturity from 7 to 13 years old, and Student's t-tests between male and female for each age

		7Y Mean(SD)	8Y Mean(SD)	9Y Mean(SD)	10Y Mean(SD)	11Y Mean(SD)	12Y Mean(SD)	13Y Mean(SD)
	M	0.07(0.27)	0.50(0.84)	0.79(0.94)	1.68(1.03)	2.30(1.50)	3.97(1.81)	4.74(1.83)
SMI	F	1.00(1.06)	2.17(1.95)	3.16(1.93)	3.91(2.13)	5.15(2.05)	6.76(1.78)	7.84(1.58)
	P	**	**	***	***	***	***	***
	M	1.07(0.27)	1.29(0.54)	1.34(0.64)	1.77(0.70)	1.80(0.77)	2.32(0.93)	2.80(0.86)
CVMI	F	1.24(0.44)	1.79(0.83)	2.02(1.10)	2.30(0.98)	2.73(0.98)	3.36(1.03)	4.08(1.02)
	P	NS	*	***	**	***	***	***
	M	7.00(0.00)	7.11(0.32)	7.39(0.53)	7.94(0.46)	8.11(0.49)	8.51(0.60)	9.03(0.74)
U3	F	7.08(0.28)	7.44(0.83)	7.98(0.71)	8.24(0.67)	8.58(0.64)	9.02(0.74)	9.42(0.65)
	P	NS	NS	***	**	***	***	**
	M	6.71(0.61)	6.91(0.47)	7.21(0.58)	7.96(0.58)	8.10(0.74)	8.57(0.64)	9.12(0.70)
U4	F	6.66(0.47)	7.25(0.86)	7.59(0.88)	8.00(0.78)	8.53(0.76)	9.03(0.75)	9.43(0.71)
	P	NS	NS	*	NS	**	**	*
	M	6.54(0.57)	6.91(0.47)	7.09(0.54)	7.59(0.65)	7.98(0.67)	8.43(0.58)	8.84(0.75)
U5	F	6.58(0.49)	7.00(0.78)	7.42(0.87)	7.74(0.85)	8.15(0.88)	8.75(0.83)	9.18(0.85)
	P	NS	NS	*	NS	NS	*	NS
	M	5.64(1.50)	6.13(0.96)	6.57(1.24)	7.00(0.64)	7.43(0.72)	8.04(0.65)	8.51(0.72)
U7	F	6.12(0.44)	6.29(1.49)	6.97(0.76)	7.07(1.42)	7.54(0.90)	8.01(0.89)	8.37(0.87)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	7.00(0.39)	7.13(0.38)	7.68(0.58)	8.07(0.55)	8.25(0.53)	8.59(0.61)	9.21(0.66)
L3	F	7.16(0.37)	7.54(0.88)	8.17(0.63)	8.46(0.66)	8.89(0.66)	9.31(0.62)	9.75(0.47)
	P	NS	*	***	**	***	***	***
	M	6.68(0.54)	7.00(0.27)	7.14(0.41)	7.76(0.69)	8.14(0.66)	8.58(0.65)	8.98(0.60)
L4	F	6.92(0.46)	7.28(0.76)	7.65(0.85)	8.00(0..82)	8.48(0.71)	8.88(0.75)	9.54(0.61)
	P	NS	NS	***	NS	**	**	**
	M	6.57(0.65)	6.90(0.42)	7.02(0.56)	7.56(0.67)	7.98(0.70)	8.34(0.67)	8.89(0.63)
L5	F	6.52(0.51)	6.96(0.75)	7.52(0.82)	7.75(0.87)	8.28(0.71)	9.05(0.96)	9.18(0.74)
	P	NS	NS	**	NS	*	**	NS
	M	5.71(1.54)	6.21(0.50)	6.61(1.22)	7.11(0.71)	7.76(0.69)	8.36(0.53)	8.71(0.59)
L7	F	6.20(0.41)	6.31(1.52)	6.98(0.95)	7.46(1.07)	7.90(0.74)	8.40(0.75)	8.76(1.02)
	P	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS

P : P-value, NS: not significant, *: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001,

가. 상악견치

15세, 16세, 18세-20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으며, 9세-13세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.01). 남.여의 연령대별 변화량 중 9세-10세 사이의 남자와, 8세-9세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

나. 상악제1소구치

7세, 15세-20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으며, 9세, 11세-13세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.05). 남.여의 연령대별 변화량 중 9세-10세 사이의 남자와, 7세-8세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

Table 5. Means, Standard deviations of dental and skeletal maturity from 14 to 20 years old, and Student's t-tests between male and female for each age

		14Y Mean(SD)	15Y Mean(SD)	16Y Mean(SD)	17Y Mean(SD)	18Y Mean(SD)	19Y Mean(SD)	20Y Mean(SD)
	M	6.80(1.51)	7.73(1.99)	9.11(1.43)	10.34(0.51)	10.71(0.46)	10.72(0.54)	10.75(0.50)
SMI	F	8.92(1.43)	9.48(1.52)	10.15(0.80)	10.35(0.60)	10.72(0.45)	10.73(0.46)	10.77(0.44)
	P	***	***	***	NS	NS	NS	NS
	M	3.59(0.91)	4.30(1.15)	4.89(0.74)	5.09(0.54)	5.20(0.59)	5.50(0.54)	5.71(0.49)
CVMI	F	4.63(0.85)	4.90(0.96)	5.09(0.63)	4.95(0.74)	5.33(0.80)	5.55(0.51)	5.75(0.56)
	P	***	*	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.32(0.83)	9.87(0.35)	10.00(0.00)	9.91(0.30)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
U3	F	9.57(0.58)	9.83(0.40)	10.00(0.00)	9.98(0.11)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.47(0.82)	9.87(0.35)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	9.98(0.11)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
U4	F	9.65(0.52)	9.84(0.37)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.40(0.82)	9.82(0.38)	9.95(0.23)	10.00(0.00)	9.98(0.11)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
U5	F	9.59(0.61)	9.81(0.40)	10.00(0.00)	9.98(0.11)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.00(0.60)	9.55(0.59)	9.73(0.45)	9.77(0.41)	9.91(0.30)	9.94(0.18)	9.97(0.13)
U7	F	9.06(0.79)	9.34(0.61)	9.73(0.45)	9.71(0.46)	9.83(0.58)	9.93(0.23)	9.95(0.28)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.62(0.48)	9.97(0.18)	9.97(0.16)	9.91(0.30)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
L3	F	9.66(0.85)	9.98(0.14)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.58(0.49)	9.87(0.35)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
L4	F	9.59(0.89)	9.94(0.31)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.47(0.57)	9.78(0.49)	9.89(0.39)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
L5	F	9.48(0.95)	9.75(0.56)	9.97(0.17)	9.95(0.22)	10.00(0.00)	10.00(0.00)	10.00(0.00)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	9.08(0.47)	9.53(0.51)	9.58(0.60)	9.73(0.47)	9.93(0.24)	9.94(0.18)	9.97(0.13)
L7	F	9.16(0.64)	9.33(0.58)	9.70(0.47)	9.62(0.50)	9.86(0.36)	9.96(0.21)	9.96(0.14)
	P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

P : P-value, NS: not significant, *: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001,

다. 상악제2소구치

15세, 17세, 19세-20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으며, 9세, 12세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.05). 남.여의 연령대별 변화량 중 13세-14세 사이의 남자와, 11세-12세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

라. 상악제2대구치

12세, 13세, 15세, 17세-20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 남.여의 연령대별 변화량 중 11세-12세 사이의 남자와, 13세-14세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

Table 6. Correlations among age, dental maturity, skeletal maturity of cervical vertebrae, and that of hand-and-wrist (sexes combined)

	SMI	CVMI	Age	U3	U4	U5	U7	L3	L4	L5	L7	P-value
SMI	1.00	0.92	0.85	0.85	0.83	0.82	0.77	0.83	0.84	0.83	0.79	
CVMI		1.00	0.81	0.80	0.78	0.78	0.72	0.78	0.79	0.78	0.73	***
Age			1.00	0.83	0.83	0.83	0.81	0.83	0.83	0.82	0.81	

*** : P<0.001

Table 7. Correlations among age, dental maturity, skeletal maturity of cervical vertebrae, and that of hand-and-wrist (Males)

	SMI	CVMI	Age	U3	U4	U5	U7	L3	L4	L5	L7	P-value
SMI	1.00	0.93	0.91	0.85	0.82	0.83	0.79	0.83	0.85	0.84	0.78	
CVMI		1.00	0.87	0.80	0.77	0.77	0.73	0.78	0.79	0.79	0.72	***
Age			1.00	0.87	0.86	0.87	0.84	0.87	0.88	0.84	0.84	

*** : P<0.001

Table 8. Correlations among age, dental maturity, skeletal maturity of cervical vertebrae, and that of hand-and-wrist (Females)

	SMI	CVMI	Age	U3	U4	U5	U7	L3	L4	L5	L7	P-value
SMI	1.00	0.91	0.85	0.84	0.84	0.84	0.78	0.82	0.84	0.82	0.81	
CVMI		1.00	0.80	0.80	0.78	0.79	0.72	0.76	0.78	0.78	0.74	***
Age			1.00	0.81	0.80	0.81	0.81	0.80	0.80	0.82	0.80	

*** : P<0.001

마. 하악견치

18세-20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으며, 8세-13세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.05). 남.여의 연령대별 변화량 중 12세-13세 사이의 남자와, 8세-9세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

바. 하악제1소구치

16세-20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으며, 9세, 11세-13세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.01). 남.여의 연령대별 변화량 중 13세-14세 사이의 남자와, 12세-13세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

사. 하악제2소구치

7세, 15세, 17세-20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으며, 9세, 11세-12세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.05). 남.여의 연령대별 변화량 중 13세-14세 사이의 남자와, 11세-12세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

아. 하악제2대구치

15세, 17세-18세, 20세를 제외한 모든 연령에서 여자에 비해 남자의 치아 성숙지수가 작게 나타났으며, 10세에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P<0.05). 남.여의 연령대별 변화량 중 10세-11세 사

이의 남자와, 8세-9세 사이의 여자에서 최대의 변화를 보였다.

3. 수완부 골성숙도, 경추의 골성숙도, 치아성숙도, 연령간의 상관관계

수완부 골성숙도, 경추의 골성숙도, 치아성숙도, 연령간의 남녀별 상관관계와 유의성 여부는 Table 6-8과 같다. 남,여 모두에서 수완부 골성숙도 (SMI), 경추의 골성숙도 (CVMI), 치아성숙도 (U1-L7), 연령간에 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다 ($P<0.001$). 특히 연령의 경우 경추 및 수완부 골과 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 성숙도 사이에 0.8 이상의 높은 상관도를 보였다.

Table 6은 남녀 모두를 합한 군의 상관분석 결과로서 SMI와 CVMI간에는 0.92의 높은 상관관계가 있었으며, SMI와 상,하악 견치, 제1소구치, 제2소구치 사이의 성숙도에는 0.82-0.85의 상관도를 보였고, CVMI의 경우 상악견치의 성숙도와 0.8의 높은 상관도를 보였다.

Table 7은 남자의 상관분석 결과로서 SMI와 CVMI간에는 0.93의 높은 상관관계가 있었으며, SMI와 상,하악 견치, 제1소구치, 제2소구치의 성숙도 사이에는 0.82-0.85의 상관도를 보였고, CVMI의 경우 상악견치의 성숙도와 0.8의 높은 상관도를 보였다.

Table 8은 여자의 상관분석 결과로서 SMI와 CVMI간에는 0.91의 높은 상관관계가 있었으며, SMI와 상,하악 견치, 제1소구치, 제2소구치의 성숙도 사이에는 0.82-0.84의 상관도를 보였고, CVMI의 경우 상악견치의 성숙도와 0.8의 높은 상관도를 보였다.

총괄 및 고안

성장기 아동의 교정치료에 있어서 양호한 치료결과를 얻기 위해서는 사춘기 동안의 최대성장 시기를 정확히 예측하여 이 시기에 동적 치료를 시행하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 성장 평가의 여러 가지 방법 중 치아성숙도와 경추 및 수완부골의 골 성숙도를 이용해서 7세-20세까지의 성장변화를 평가하였는데 이들 각각은 성장의 평가에 나름대로의 의미를 지니고 있지만, 치아와 경추 및 수완부 골을 이용한 연속적인 발육단계를 조합해서 동시에 평가하는 것이 보다 정확성을 기할 수 있는 성장 평가의 지표가 될 수 있으리라 생각하고 본 연구를 시행하였다.

이를 위해 치아성숙도와 경추 및 수완부 골성숙도 사이의 상관관계를 검정한 결과 남.여 모두에서 통계적으로 유의한 상관관계가 있었는데 ($P<0.001$), 이는 치아의 석회화와 골성숙도 사이에 높은 상관관계가 존재한다고 하였던 Lauterstein,[50] Sierra[12] 등의 연구결과와 일치된 것이다.

또한 이와 양[52]은 골격형 III급 부정교합자의 경추와 수완부 골성숙도에 관한 연구에서 경추의 골성숙도와 수완부의 골성숙도 사이에 0.86-0.90의 높은 상관관계를 갖는다고 하였는데, 본 연구가 비록 골격성 III급 부정교합자에 국한한 것은 아니지만 남녀 모두에서 수완부 골성숙도와 경추 골성숙도 사이에 0.91-0.93의 높은 상관관계를 보여 이들의 연구결과와 일치하였다.

치아성숙도와 골성숙도 사이의 상관관계에 대해서 Sierra[12]는 특히 상, 하악 견치에서 상관도가 상대적으로 높다고 하였는데, 본 연구에서는 수완부 골성숙도의 경우 상, 하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치의 성숙도에서 0.8이상의 높은 상관도를 보인 반면, 경추 골성숙도는 상악 견치에서만 0.8의 높은 상관도를 보였다. 따라서 경추 골성숙도에 비해 수완부 골성숙도가 치아성숙도와 보다 연관성이 높음을 알 수 있는데, 이는 6단계로 구분되어 있는 경추 골성숙단계에 비해 수완부 골성숙단계가 10단계의 치아성숙도와 유사한 11단계로 상대적으로 보다 많이 세분화 되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

치아성숙도의 평가에 있어서 상, 하악의 중절치, 측절치, 제1대구치는 예비실험 결과 남녀모두에서 동일하게 상악의 중절치, 측절치, 제1대구치는 10세경에, 하악의 중절치, 측절치, 제1대구치는 9세경에 이미 치근단공의 폐쇄만 제외한 모든 치아성숙이 완료되었을 뿐만 아니라 다른 치아들에 비해 골성숙도와의 상관도 또한 매우 낮아서 사춘기적 성장 여부를 평가하는 기준으로서는 적합하지 않다고 판단 되었기 때문에 본 연구에서 제외하였다.

한편 골성숙도의 평가에 있어서 수완부 골의 최대변화를 보인 시기는 남자에서 13세-14세였고, 여자에서 11세-12세였으며, 경추골의 최대변화를 보인 시기는 남자에서 13세-14세였고, 여자에서 12세-13세였다. 또한 남자에서 상악제2소구치와 하악 제1, 2소구치의 경우 수완부 및 경추 골의 최대성장 변화시기와 일치하였고, 여자에서 상, 하악 제2소구치는 수완부 골의 최대변화 시기와 일치하였으며, 하악제1소구치는 경추의 최대변화 시기와 일치하였는데 (Fig. 5-12),

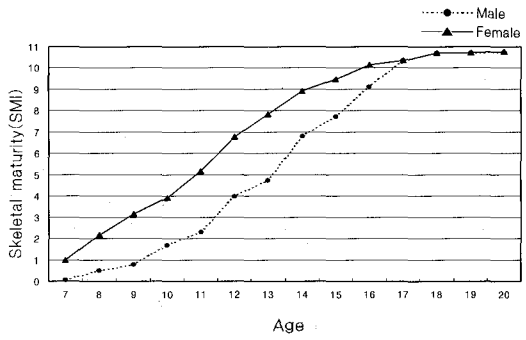

Fig. 5. Change of skeletal maturity indicators(SMI) from 7 to 20 years old

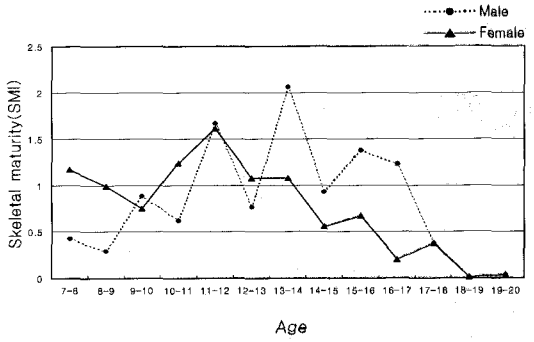

Fig. 6. Incremental rate of skeletal maturity indicators (SMI) by ages

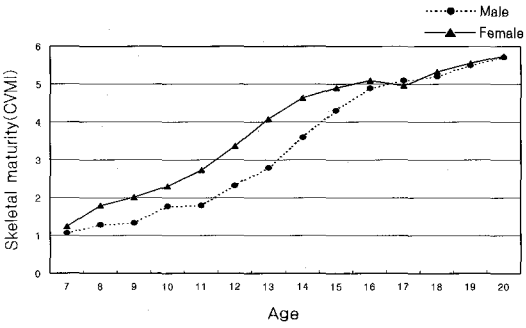

Fig. 7. Change of skeletal maturity indicators(CVMI) from 7 to 20 years old

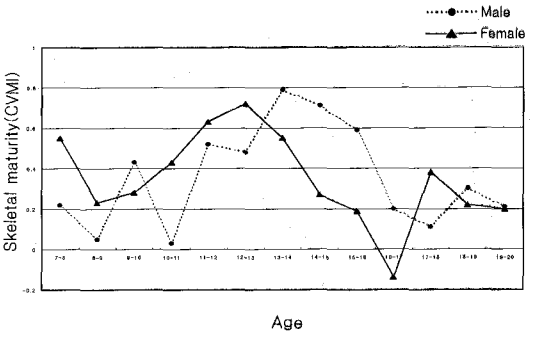

Fig. 8. Incremental rate of skeletal maturity indicators(CVMI) by ages

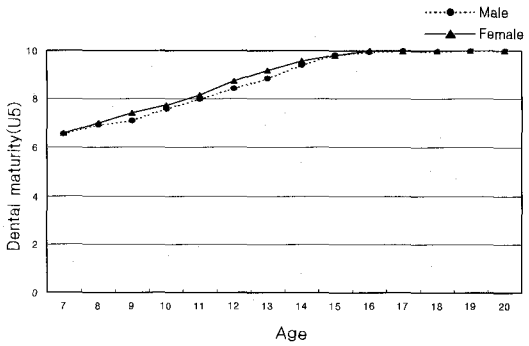

Fig. 9. Change of dental maturity indicators(U5) from 7 to 20 years old

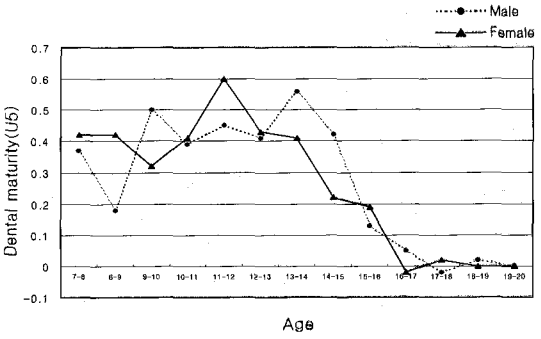

Fig. 10. Incremental rate of dental maturity indicators(U5) by ages

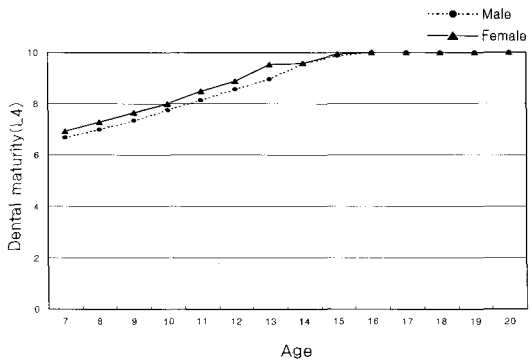

Fig. 11. Change of dental maturity indicators(L4) from 7 to 20 years old

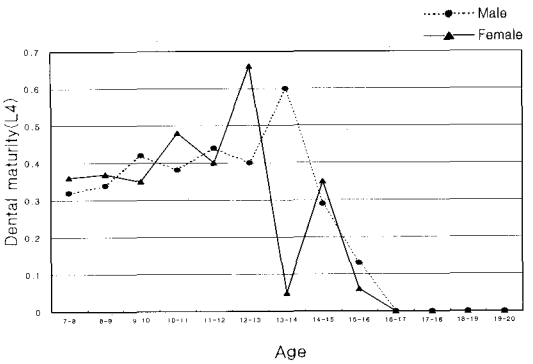

Fig. 12. Incremental rate of dental maturity indicators(L4) by ages

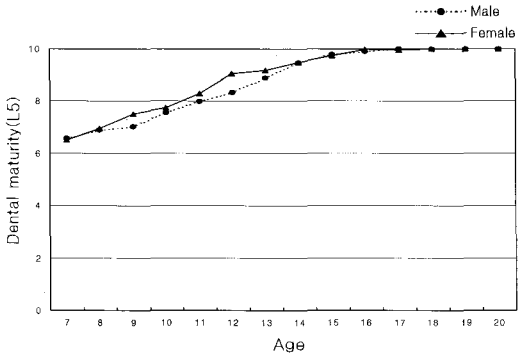

Fig. 13. Change of dental maturity indicators(L5) from 7 to 20 years old

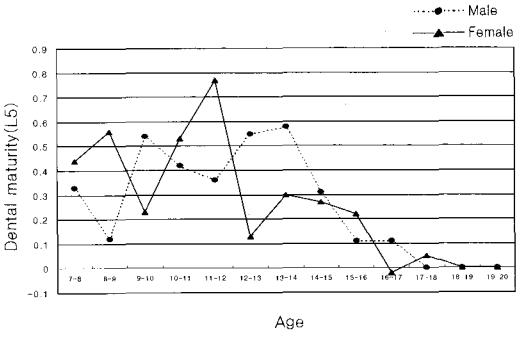

Fig. 14. Incremental rate of dental maturity indicators(L5) by ages

이는 수완부 및 경추의 골성숙도와 더불어 상악 제2소구치, 하악 제1, 2소구치의 치아성숙도를 동시에 평가하는 것이 사춘기 최대성장 시기를 판단하는 유용한 지표가 될 수 있음을 의미한다.

Fig. 5-6은 남녀 각각의 수완부 골성장지수 변화량을 7세-20세까지 도식화한 것으로서 7세에서 16세까지는 남녀간에 유의성 있는 뚜렷한 차이를 보였고, 17세 이상이 되면 성별간에 차이가 없었다. 또한 최대변화 시기는 남자에서 13-14세, 여자에서 11-12세임을 알 수 있다.

Fig. 7-8은 남녀 각각의 경추의 골성숙지수 변화량을 7세-20세까지 도식화한 것으로서 8세에서 15세까지는 남녀간에 유의성 있는 뚜렷한 차이를 보였으나 16세 이상이 되면 성별간의 차이는 보이지 않았다. 또한 남녀간의 경추 골성숙도는 수완부 골에 비해 그 차이가 크지 않았는데 이는 11단계로 구분되는 수완부 골성숙지수에 비해 경추의 골성숙지수는 단지 6단계로 구분되기 때문인 것으로 생각된다. 또한 최대변화 시기는 남자에서 13-14세, 여자에서 12-13세로 수완부 골과 비교하여 남자는 일치하였으나 여자는 1년 느리게 나타났다.

Fig. 9-10은 남녀 각각의 상악제2소구치 치아성숙도의 변화량을 7세-20세까지 도식화한 것으로서 7세에서 14세까지는 여자가 남자보다 높았으며 특히 9세와 12세에서 유의성 있는 차이를 보였으나 경추 및 수완부 골성숙도에 비하면 남녀간의 차이는 크지 않았다. 최대변화 시기는 남자에서 13세-14세로 경추 및 수완부 골의 최대변화 시기와 일치하고, 여자에서 11세-12세로 수완부골의 최대변화 시기와 일치함을 알 수 있다.

Fig. 11-12는 남녀 각각의 하악제1소구치의 치아성숙도 변화량을 7세-20세까지 도식화한 것으로서 7세에서 15세까지는 여자가 남자보다 높았으며, 특히 9세, 11세-13세에서 유의성 있는 차이를 보였으나 경추 및 수완부의 골성숙도에 비하면 남녀간의 차이는 크지 않았다. 최대변화 시기는 남자에서 13세-14세로

경추 및 수완부 골의 최대변화 시기와 일치하고, 여자에서 12세-13세로 경추골의 최대변화 시기와 일치함을 알 수 있다.

Fig. 13-14는 남녀 각각의 하악제2소구치의 치아성숙도 변화량을 7세-20세까지 도식화한 것으로서 7세, 15세, 17세-20세를 제외한 연령에서 여자가 남자보다 높았으며, 특히 9세, 11세-12세에서 여자가 남자에 비해 유의성 있는 차이를 보였으나 경추 및 수완부의 골성숙도에 비하면 남녀간의 차이는 크지 않았다. 최대변화 시기는 남자에서 13-14세로 경추 및 수완부 골의 최대변화 시기와 일치하고, 여자에서 11세-12세로 수완부 골의 최대변화 시기와 일치함을 알 수 있다.

SMI를 이용한 수완부 골성숙도의 경우 사춘기 최대성장기는 Fishman[46]에 따르면 남자는 SMI 6, 여자는 SMI 5에서, Hagg와 Taranger[35]에 의하면 SMI 6에서, 김과 이[53]에 의하면 남자는 SMI 5-6, 6-7에서 같은 정도로 발생한 반면, 여자는 SMI 6-7에서 가장 많이 발생했다고 보고하였고, 박과 서[54]는 남자는 SMI 5-6, 여자는 SMI 6-7에서 가장 많이 발생했다고 하였는데, 본 연구의 경우 SMI를 기준으로 최대성장 연령을 산출한 기존의 연구와는 달리, 연령을 기준으로 SMI의 실질적인 변화량에 맞추어 최대성장 시기를 예측해 보고자 하였으므로 이들의 연구와 완전하게 동일한 비교라고 보기 어렵지만 결국 의미하는 바가 같다고 볼 때, 남자는 SMI 4.74-6.80, 여자는 SMI 5.15-6.76으로서 수완부 골을 이용한 최대성장기를 SMI 한 시점으로 표현하는 것보다는 김과 이[53]과 박과 서[54]의 연구에서처럼 일정한 범주를 갖는 것으로 표현하는 것이 바람직하다고 생각된다.

CVMI를 이용한 경추 골성숙도의 경우 사춘기 최대성장기는 Hassel과 Farman[47]에 따르면 남녀 모두에서 CVMI 3으로서 이는 SMI 5-6에 해당된다고 하였으며, 이와 양[52]은 CVMI 3-4라고 하였다. 본 연구에서는 CVMI를 기준으로 최대성장 연령을 산출한 기존의 연구와는 달리, 연령을 기준으로 CVMI의 실질적인 변화량에 맞추어 최대성장 시기를 예측해보고자 하였으므로 이들의 연구와 완전하게 동일한 비교라고 보기 어렵지만 결국 의미하는 바는 같다고 볼 때, 본 연구결과 남자는 CVMI 2.80-3.59, 여자는 CVMI 3.36-4.08으로서 경추 골을 이용한 최대성장기를 CVMI의 한 시점으로 표현한 Hassel과 Farman[47]의 연구결과 보다는 일정한 범주를 갖는 이와 양[4]의 연구와 유사한 소견을 보였다.

Fishman[46]과 김과 이[53]에 의하면 SMI 8인 경우, Hassel과 Farman[47]은 SMI 7-8에 해당되는 CVMI 4인 경우 남녀모두 사춘기 최대성장기가 지났다고 추정하였는데, 본 연구결과 최대성장기가 지났다고 추정되는 SMI는 7로서 Fishman[46]과 김과 이[53]의 연구결과보다 오히려 낮았고, Hassel과 Farman[47]의 연구결과와는 유사한 소견을 보였다.

또한 대부분 치아의 최대성숙 시기가 경추 및 수완부 골성숙기에 비해 어린 연령이었고, 남녀간의 차이 또한 작았는데 이는 골의 성장보다는 치아의 성장이 빠르게 진행되어 완료된다는 것을 의미한다. 따라서 성장기 환자의 경우 두개안면부에서 일어나는 성장을 교정치료에 이용하기 위해 사용하는 기능성 악정형장치등의 선택은 치아의 성숙도보다는 골의 성숙도가 정확한 판단의 기준이 될 수 있다는 것을 의미한다.

골성숙도의 남녀간의 차이에 있어서 15세-16세까지는 여자가 남자에 비해 유의성있게 컸으나 그 이후에는 유의성 있는 차이를 보이지 않았으며, 치아성숙도에 있어서는 골성숙도에 비해 남녀간에 유의한 차이를 보인 경우가 훨씬 적었으며, 특히 14세 이후엔 어떤 치아에서도 유의한 차이가 없었는데 이는 사춘기 이전에는 여자가 남자에 비해 빠른 성장을 하지만, 사춘기 이후에는 남녀간의 성장이 급속하게 둔화된다는 것을 알 수 있다. 따라서 남녀간의 성장 차이를 구별하기 위해서는 치아성숙도 보다는 골성숙도를 이용하는 것이 바람직 하다는 것을 의미한다.

일반적으로 치아의 맹출이 시작되는 시기는 치관의 완성시기와 일치하며, 치아의 맹출이 끝나는 시기는 치근의 완성 시기와 일치하는데, 본 연구에서 치관완성시기는 남자의 제2대구치를 제외한 모든 치아에서 7세이전에 이미 완료된 것으로 보여지며, 치근완성시기는 상,하악치아의 맹출 순서와 남녀에 따라 다양했으며, 특히 상,하악 제2대구치의 경우 남녀모두 14세에 이르러 치근단 폐쇄를 제외한 치근의 완성을 확인할 수 있었는데, 이는 14세가 되면 제3대구치를 제외한 모든 치아의 맹출이 완료된다는 것을 의미한다. 따라서 이를 골 성장과 비교해 보면 남자의 경우 제2대구치의 맹출 완료가 사춘기의 최대변화 시기와 일치하므로 동적치료개시기의 판단기준이 될 수 있으나, 여자의 경우 제2대구치의 맹출 완료시기에 비해 골의 최대성장 시기가 1-2년정도 빠르게 진행되므로 교정치료의 시기 및 방법을 결정하는데 고려해야 될 것으로 생각된다.

결 론

본 연구는 성장중인 부정교합 환자의 진단이나 치료계획의 수립, 치료방법 및 시기, 예후등을 결정하는데 중요한 판단의 지침이 되는 치아성숙도와 경추 및 수완부 골성숙도의 연령별 성장정도와 사춘기적 최대성장 시기를 알아보고, 이들 상호간의 연관성을 규명하여 개인의 보다 정확하고 효율적인 사춘기 성장정도를 평가하기 위해 조선대학교 치과대학 부속치과병원 교정과에 내원한 환자 중, 동일한 날짜에 촬영된 측모두부방사선규격사진과 수완부방사선사진 및 파노라마사진이 모두 있으며, 성장발육에 영향을 미칠 수 있는 구개파열 및 구순열등의 선천적 기형이 없는 1055명 (남자 458명, 여자 597명)을 연구대상으로 하여 상,하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치, 제2대구치의 치아성숙도와 경추 (CVMI) 및 수완부 (SMI)의 골성숙도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 남녀 모두에서 치아성숙도와 경추 및 수완부 골 성숙도 사이에 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다 ($P<0.001$).
2. 남녀모두에서 수완부 골성숙도와 경추의 골성숙도 사이에 0.91-0.93의 높은 상관관계를 보였다.
3. 남녀모두에서 수완부 골성숙도와 상,하악의 견치, 제1소구치, 제2소구치 사이에 0.8이상의 높은 상관도를 보였다.
4. 경추의 골성숙도는 상악 견치에서만 0.8의 높은 상관도를 보였다.
5. 남녀모두에서 연령별 경추 및 수완부의 골성숙단계와 치아성숙단계를 구하였다.

이상을 종합해볼 때, 경추 및 수완부 골성숙도와 치아성숙도는 개인의 사춘기 성장정도를 평가하여 부정교합 환자의 진단 및 치료계획을 수립하는데 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Bishara SE, Jamison JE, Peterson LC, Dekock WH. Longitudinal changes in standing height and mandibular parameters between the age of 8 and 17 years. Am J Orthod Dentofac Orthop 1981 : 80 : 115-135.
2. Burstone CJ. Process of maturation and growth prediction. Am J Orthod Dentofac Orthop 1963 : 49 : 907-919.
3. Fishman LS. Maturational patterns and prediction during adolescence. Angle Orthod 1987 : 57 : 178-193.
4. Grave KC, Brown T. Carpal radiographs in orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop 1979 : 75 : 27-45.
5. Pancherz H, Hagg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. Am J Orthod Dentofac Orthop 1985 : 88 : 273-287.
6. Singer J. Physiologic timing of orthodontic treatment. Angle Orthod 1980 : 50 : 322-333.
7. Smith RJ. Misuse of hand-wrist radiographs. Am J Orthod Dentofac Orthop 1980 : 77 : 75-78.
8. Baume RM, Buschang PH, Weinstein S. Stature, head height, and growth of the vertical face. Am J Orthod Dentofac Orthop 1983 : 83 : 477-484.
9. Bjork A, Helm S. Prediction of maximum pubertal growth in body height. Angle Orthod 1967 : 37 : 134-143.
10. Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of the ulnar sesamoid. Angle Orthod 1979 : 49 : 282-288.
11. Demirjian A, Buchang PH, Tanguay R, Kingnorth Patterson D. Interrelationships among measures at somatic, skeletal, dental and sexual maturity. Am J Orthod Dentofac Orthop 1985 : 88 : 433-458.
12. Sierra AM. Assessment of dental and skeletal maturity. A new approach. Angle Orthod 1987 : 57 : 194-208.
13. Sullivan PG. Prediction of the pubertal growth spurt by measurement of standing height. Eur J Orthod 1983 : 5 : 189-197.
14. 박태수. 한국인 아동의 악안면 성장에 관한 두부방사선 규격사진분석에 의한 누년적 연구. 대치교정지 1984 : 14 : 217-230.
15. 천옥경, 서정훈. 정상교합자의 두개안면골 성장과 수근골 성숙단계에 관한 누년적 연구. 서울치대논문집 1987 : 11 : 341-368.
16. Bergersen EO. The male adolescent growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. Angle Orthod 1972 : 42 : 319-338.
17. Grave KC. Timing of facial growth: a study of relations with stature and ossification in the hand around puberty. Aus Orthod 1973 : 3 : 117-122.
18. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. Am J Orthod Dentofac Orthop 1976 : 69 : 611-619.
19. Hirschfeld WJ, Moyers RE. Prediction of craniofacial growth : The state of the art. Am J Orthod Dentofac

Orthop 1971 : 60 : 435-444.
20. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. Angle Orthod 1966 : 36 : 44-54.
21. Johnston FE, Hufham HD, Moreschi AF, Terry GP. Skeletal maturation and cephalo -facial development. Angle Orthod 1965 : 35 : 1-11.
22. Krogman W. The meaningful interpretation of growth and growth data by the clinician. Am J Orthod Dentofac Orthop 1958 : 44 : 411-432.
23. Leite HR, O'Reilly MT, Close JM. Skeletal age assessment using the first, second, and third fingers of the hand. Am J Orthod Dentofac Orthop 1987 : 92 : 492-498.
24. Lewis AB, Roche AF. Elongation of the cranial base in girls during pubescence. Angle Orthod 1972 : 42 : 358-367.
25. Lewis AB, Roche AF, Wagner B. Pubertal spurts in cranial base and mandibulae, comparisons within individuals. Angle Orthod 1985 : 55 : 17-30.
26. Nanda RS. The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. Am J Orthod Dentofac Orthop 1955 : 41 : 658-673.
27. O'Reilly MT. A longitudinal growth study: Maxillary length at puberty in females. Angle Orthod 1979 : 49 : 234-238.
28. Pike J. A serial investigation of facial and statural growth in 7 to 12 year old children. Angle Orthod 1968 : 38 : 68-73.
29. Pileski R. Relationship of the ulnar sesamoid and maximum mandibular growth velocity. Am J Orthod Dentofac Orthop 1973 : 43 : 162-170.
30. Roche AF, Lewis AB. Sex differences in the elongation of the cranial base during pubscences. Angle Orthod 1974 : 44 : 279-294.
31. Rose J. A cross-sectonal study of the relationship of facial areas with several body dimensions. Angle Orthod 1960 : 30 : 6-13.
32. 차경석, 서정훈. 정상교합자의 치아석회화 과정과 사춘기 성장에 관한 연구. 서울치대논문집 1987 : 11 : 327-339.
33. Bambha JK. A longitudinal study of occlusion and tooth eruption in relation to skeletal maturation. Am J Orthod Dentofac Orthop 1959 : 45 : 847-855.
34. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. Am J Orthod Dentofac Orthop 1980 : 77 : 79-81.
35. Hagg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. Am J Orthod Dentofac Orthop 1982 : 82 : 299-309.
36. Lewis A, Gran SM. The relationship between tooth formation and other maturational factors. Angle Orthod 1960 : 30 : 70-77.
37. Gray SW, Lamons FF. Skeletal development and tooth eruption in Atlanta. Am J Orthod Dentofac Orthop 1959 : 45 : 272-277.
38. Green LJ. The interrelationships among height, weight and chronological, dental and skeletal ages. Angle Orthod 1961 : 31 : 189-193.
39. Graber TM. Orthodontics, Principles and Practice. W.B. Saunders Philadelphia 1966 : pp355-393.
40. Demirjian A. Dentition. In Falkner F, Tanner JM (editors) : Human growth. vol 2 New York Plenum Press 1978.
41. Nolla CM. Development of the permanent teeth. J Dent Child 1960 : 27 : 254-263.
42. Poznanski A. The hand in radiographic diagnosis. WB Saunders Vol 1 2nd ed Phila-delphia 1976.
43. Scammon R. The first seriatim study of human growth. Am J Phys Anthropol, 1927 : 10 : 328-35.
44. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed Stanford University press Stanford 1959.
45. 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.
46. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand wrist films. Angle Orthod 1982 : 52 : 88-112.
47. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. Am J Orthod Dentofac Orthop 1995 : 107 : 58-66.
48. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Master of dental thesis Pittsburgh Univ of Pittsburgh School of Dental Medicine 1972.
49. Broadbent BH, Broadbent BH, Golden WH. Bolton standards of dentofacial developmental growth. pp. 110-131 The CV Mosby Co 1975.
50. Lauterstein AM. A cross-sectional study in dental development and skeletal age. J Am Dent Assoc 1967 : 62 : 161-167.
51. Salzman JA. Orthodontics in daily practice. Philadelphia JB Lippincott Co 1978.
52. 이진형, 양원식. 골격형 III급 부정교합자의 경추와 수완부 골 성숙도에 관한 연구. 대치교정지 1990 : 20 : 157-168.
53. 김형일, 이동주. 부정교합자의 사춘기 성장과 수완부 골

성숙단계에 관한 누년적 연구. 대치교정지 1989 : 19 : 123-135.

54. 박진성, 서정훈. 정상교합자의 사춘기 성장과 수완부 골 성숙단계에 관한 연구. 대치교정지 1985 : 5 : 197-211.

- ABSTRACT -

Correlations between dental and skeletal maturity

Young-Mi Lee, Kwang-Won Kim, Young-Jooh Yoon

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chosun University

To investigate the developmental stages of dental and skeletal maturation by ages and the correlations among dental maturity, skeletal maturity of cervical vertebrae, and that of hand-and-wrist, the author used the cephalograms, orthopantomograms, and hand-and-wrist radiograms of 1055 patients (male 458, female 597) aged 7 to 20 years old.

In the cephalograms, the skeletal maturity stages of each bone were mainly assessed by Hassel and Farman's cervical vertebrae maturation indicators (CVMI) method.

In the orthopantomograms, the dental maturity stages of each tooth were mainly assessed by Nolla's tooth calcification stages method.

In the hand-and-wrist radiograms, the skeletal maturity stages of each bone were mainly assessed by Fishman's skeletal maturity indicators (SMI) method.

The results were as follows.

1. There was a high correlation among dental maturity, skeletal maturity of cervical vertebrae, and that of hand-and-wrist in the both sexes ($P<0.001$).
2. There was a high correlation ($r=0.91-0.93$) between skeletal maturity of cervical vertebrae and that of hand-and-wrist.
3. There was a high correlation ($r>0.8$) between skeletal maturity of hand-and-wrist and maturity of upper and lower canine, first premolar, and second premolar.
4. There was high a correlation($r=0.8$) between skeletal maturity of cervical vertebrae and maturity of upper canine.
5. By the ages, dental maturity, skeletal maturity of cervical vertebrae, and that of hand-and-wrist were obtained in the both sexes.

In summary, dental maturity, skeletal maturity of cervical vertebrae, and that of hand-and-wrist are of sufficient diagnostic worth as an index to predict adolescent growth.

KOREA. J. ORTHOD. 2000 ; 30 : 143-157

※ **Key words** : Dental maturity, Skeletal maturity of cervical vertebrae, Skeletal maturity of hand-and- wrist