

청소년기 정상교합자의 악안면 성장에 관한 두부방사선 규격사진 분석에 의한 5년적 연구

(Ricketts분석법에 의한 연구)

김 윤 정¹⁾ · 박 경 덕²⁾ · 권 오 원³⁾

경북대학교 치과 대학에서 두개안면골 성장에 관한 5년적 연구의 일환으로 남자 25명, 여자 21명을 대상으로 평균 연령 8.5세에서 16.5세까지 격년 간격으로 촬영한 두부X선 규격사진을 이용하여 Ricketts분석법의 항목중 V.T.O. 작성의 초기 단계인 치료전의 성장 예견시에 필요한 각도 및 거리 측정 항목을 선정 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 측정항목중 연령에 따른 변화를 보이지 않는 항목은 성장 방향을 나타내는 facial axis angle, FH to palatal plane angle, BA-NA-A angle, lower facial height 및 lower incisor protrusion이었다.
2. 연령에 따라 지속적으로 증가하는 항목(anterior and posterior cranial base length, facial axis length, condyle axis length, corpus axis length)에서 연간 성장 변화량, 평균 연성장량 및 5년간 변화량을 구하였다.
3. 연령에 따라 지속적으로 증가하는 모든 측정 항목에서 12세 이후의 대부분의 연간 성장변화량, 평균 연성장량 및 5년간 변화량에서 남녀간 유의차를 나타내었다($p < 0.05$).
4. 남녀별로 각 연령에서 각 측정치의 평균치를 이용하여 visual norm을 작성하였다. 남자의 경우 각 기간동안 상당한 성장을 보였으며 특히 12-14세 기간에 가장 많은 성장을 나타내었고, 여자의 성장 변화에서는 10-12세 사이에서 가장 많은 성장을 나타내었으며 이후 점차 감소를 보였다.

(주요단어 : 성장변화, 정상교합)

I. 서 론

두개안면부를 구성하는 골들은 각기 다른 형태와 기능을 가지지만 서로 균형을 이루어 형태적인 적합이 이루어지도록 상호 부위간에 연관성을 가지고 성장한다. 이는 치아의 위치 결정과 적절한 교합 형성에 중요한 역할을 하며 각 부위간 성장에서 불균형은 치아와 주위 골격 구조 사이의 부조화를 유발하므로 성장과 발육의 정확한 이해는 교정의에게 매우 중요하다.

그러므로 교정환자에서 연령에 따른 성장량, 성장 방향을 예측하는 것은 부정교합의 정확한 진단과 이

에 따른 적절한 예방 및 치료 계획의 설정 뿐만 아니라 예후 결정에도 매우 중요하다.

두개안면골의 성장에 관한 연구는 초기에는 주로 인류학자에 의해 건조 두개골을 직접 측정하는 두개 측정법으로 시작하여 후에 생체에서 몇가지 도구를 이용하여 직접 측정하는 생체측정법으로 행하여졌다. 그러나 이러한 방법들은 대상의 제한성과 생체 연조직으로 인한 측정의 오차등으로 두개안면골 성장 변화를 정확히 연구하는데 많은 어려움이 있었다.

1931년 Broadbent¹⁾가 두부 측정을 위하여 X선 규격 사진을 이용하는 방법을 처음으로 발표함으로써 치열과 두개안면부의 해부학적 구조물의 성장과 발육에 대한 지식을 본격적으로 얻을 수 있었으며 이는 특히 교정학 분야에 큰 발전을 가져오게 되었다.

¹⁾대구효성기톨릭대학병원 치과, 임상교수

²⁾경북대학교 치과대학 교정학교실

³⁾경북대학교 치과대학 교정학교실, 교수

정상인을 대상으로 한 두개안면부의 성장에 관한 연구에서 연령에 따른 형태학적인 변화는 유전, 근육, 환경등 성장과 발육에 큰 변수로 작용하는 여러가지 요인에 따라 다양한 변이를 나타내므로 다소의 어려움이 있지만 동일 개체를 성장기간 동안 일정 주기로 관찰하거나 자료를 계속 채득하여 평가하는 누년적 연구가 성장에 관한 보다 정확하고 타당성 있는 정보를 제공할 수 있다.

지금까지의 누년적 연구 중 두개안면 전반의 성장에 관한 연구로는 Broadbent²⁾, 등을 비롯한 수 많은 보고³⁻²²⁾가 있으며, 국내에서도 경희대학교, 연세대학교, 경북대학교의 누년적 자료에 기초를 둔 연구가 있었다.

이러한 연구에서 악안면 부위의 성장에서도 사춘기 급성장기가 있음이 인정되었고 Burstone²³⁾과 Bishara²⁴⁾ 등은 이 기간 동안 교정치료를 함으로써 성장 효과에 의해 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였으며 Bambha²⁵⁾, Bergersen¹²⁾, Hunter²⁶⁾, Lewis²⁷⁾와 Mitani¹⁶⁾ 등은 이러한 특정 시기의 성장을 고려한 연구를 하였다.

Brodie²⁸⁾에 의하면 정적인 분석은 성장과 다양성을 간과한것으로서 치료를 위한 방법을 제시하지는 못한다고 하였고, Bishara²⁰⁾는 치료계획시 성장의 각 시기에 일어나는 변화와 이에 대한 치료 효과의 영향을 아는 것은 중요하다고 하였으며 Ricketts²⁹⁾는 예상되는 성장과 치료 효과가 함께 포함된 V.T.O.(Visual Treatment Objective)의 작성법을 보고하였다.

Ricketts^{10,29-33)}는 각 개인의 다양성을 고려하기 위해 환자의 현 상태와 기대되는 성장량에 기초를 두고 성장과 고정원 요소가 포함된 치료계획을 세움으로써 더욱 효과적인 치료방법과 자연적인 힘의 사용으로 치료기간을 단축할 수 있으며 계획된 결과를 환자에게 보여줌으로써 더욱 큰 확신을 주어 협조도를 상승시킬 수 있다고 하였던 바 V.T.O. 작성의 첫 단계인 치료 효과를 포함하지 않는 성장 예측을 위해 백인의 기준치 및 성장량을 연구하였다.

두개안면 골격의 패턴에 관한 기준치를 산출하고 인종간의 상호 비교를 보고한 Cotton등³⁴⁾, Nanda와 Nanda³⁵⁾, Chan³⁶⁾, Jacobson³⁷⁾, 이³⁸⁾ 등에 의하면 계측 기준치는 인종, 연령, 성별에 따라 뚜렷한 차이가 인정되고 있으므로 V.T.O.작성시에 기대되는 성장량은 각 경우에 따라 다르게 적용되어야 할 것이다.

Ricketts 분석법에 의한 국내에서의 누년적 연구로는 박³⁹⁾이 6세에서 9세까지의 한국인 아동의 기준치

및 성장량을 발표하였으나 부정교합의 예방 및 치료에 매우 중요한 시기인 사춘기에 관한 연구는 전무한 상태이다.

이에 저자는 사춘기의 거의 전기간이 포함되는 8세에서 16세까지 격년으로 촬영된 두부X선 규격사진에서 Ricketts분석법의 항목중 V.T.O.작성의 초기 단계인 치료전의 성장 예견시에 필요한 각도 및 거리 계측 항목을 선정, 계측하여 임상 교정에 참고 자료로 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 재 료

본 연구에서는 1983년 5월 당시 대구시내 소재 국민학교 3학년 중에서 안모형태, 치열 발육이 정상인 아동을 선발하여 격년으로 촬영한 두부X선 규격사진을 재료로 하였다.

처음 본 연구는 남녀 각기 35명씩 시작하였으나 본 연구에 끝까지 참여한 아동은 남자 25명 여자 21명이며, 이들의 230매 두부X선 규격사진을 재료로 하였다.

최종적으로 남은 아동의 최초 평균 연령은 남자 8.5세, 여자 8.5세였으며 마지막 연령은 남자 16.5세, 여자 16.5세였다.

두부X선 규격사진은 피사체 축점간거리(T.S.D.)가 5feet이고 피사체 필름간거리(S.F.D.)는 14cm로 촬영하였다(확대율 8%).

2. 방 법

1) X선 사진 투사도의 작도

모든 X선 사진은 동일인에 의해 투사도가 작성되었으며 투사도 작성후 계측점 설정시에는 가능한 오차를 줄이기 위하여 동일 대상의 연속 사진을 함께 비교하면서 계측점을 수정보완 하였으며 좌우 양측의 상이 일치되지 않는 경우는 양측의 중앙점으로 하였다.

2) 계측점(그림. 1)

V.T.O. 작성시 필요한 계측점을 우선 선정하고 이 점들을 포함하면서 경조직의 성장 변화를 볼 수 있는 visual norm을 얻기 위한 계측점을 Ricketts분석법³³⁾을 참고로 하여 설정하였다.

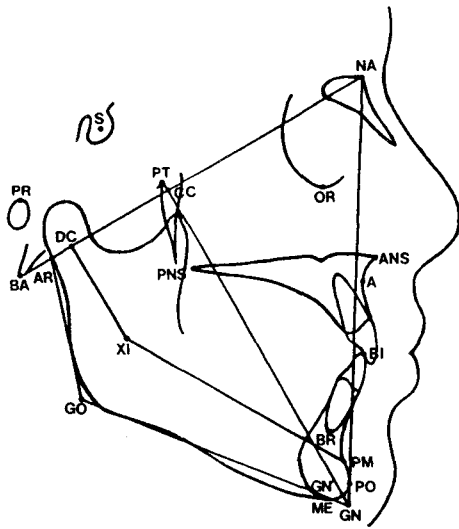


Fig. 1. Anatomic and Cephalometric Landmarks

Sella(S)	Nasion(NA)	Orbitale(OR)
A point(A)	Protuberance Menti(PM)	
Pogonion(PO)	Gnathion'(GN')	Menton(ME)
Gonion(GO)	Articulare(AR)	Porion(PR)
Posterior Nasal Spine(PNS)	Anterior Nasal Spine(ANS)	
BI Incisor(BI)	BR Incisor(BR)	
Pterygoid Point(PT)	CC Point(CC)	Gnathion(GN)
Basion(BA)	DC Point(DC)	XI Point(XI)

3) 계측점 입력

투사도 상에서 설정된 각 점을 digitizer(Summa Sketch[®] plus, Summagraphics Co., U.S.A.)를 이용하여 16bit P.C(SPC 4500P, Samsung Co., Korea)에 X,Y 좌표로 입력하였다.

입력시 오차는 0.01mm 이하로 측정되었고 입력된 각 계측점은 좌표치로 1.2M floppy diskette에 저장하였다.

4) 계측 및 통계

· 계측 : 아래의 계측 항목을 선정하고 계측을 위한 컴퓨터 프로그램을 작성하여 각도는 0.01° 까지 거리는 0.01mm까지 계측하였다.

· 계측항목

1. 각도 계측(그림. 2)

- 1) Facial axis angle
- 2) FH plane to palatal plane
- 3) BA-NA-A angle
- 4) Lower facial height

2. 거리계측(그림. 3)

- 1) Anterior cranial base length(CC-NA)

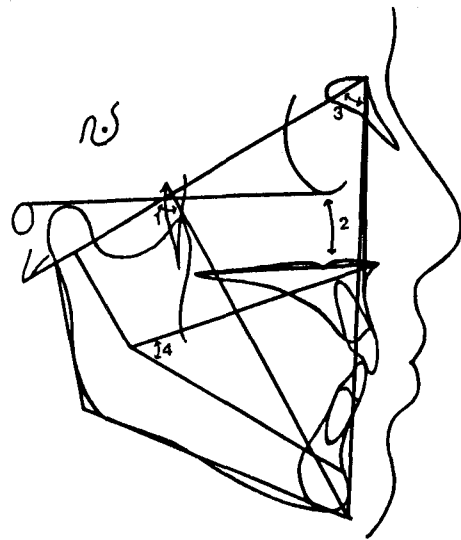


Fig. 2. Angular Measurements.

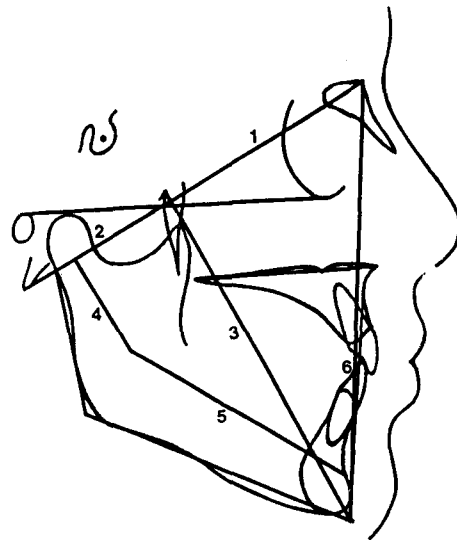


Fig. 3. Linear Measurements.

- 2) Posterior cranial base length(CC-BA)

- 3) Facial axis length(PT-GN)

- 4) Condyle axis length(DC-XI)

- 5) Corpus axis length(XI-PM)

- 6) Lower incisor protrusion(BI-APO)

· 8년간 계측치 중 최대값과 최소값의 차이가 각도 계측 항목에서는 2°, 거리계측 항목에서는 2mm이하인 경우 연령에 따른 변화가 없는 항목으로 규정하였다.

· 통계 : 얻어진 계측치를 이용하여 다음과 같이 통계 처리하였다.

1. 각 연령별, 성별, 계측항목별 평균치 및 표준편차

- 연령에 따라 지속적인 증가를 보이는 항목에서 촬영하지 않은 연령의 평균치 및 표준편차를 보간법(Interpolation)⁴⁰⁾에 의해 추정
- 연령에 따른 변화가 없는 항목에서 평균치 및 표준편차와 남녀간 유의성 검정(t-test)
- 연령에 따라 지속적인 증가를 보이는 항목에서 연간성장 변화량, 평균 연성장량과 8년간 변화량의 평균치 및 표준편차와 남녀간 유의성 검정(t-test)

III. 성 적

남녀별 각 계측항목의 연령에 따른 평균치 및 표준편차를 산출하였다(표 1, 2). 계측항목중 연령에 따른 변화를 보이지 않는 항목은 성장 방향을 나타내는 facial axis angle($85.26 \pm 3.09^\circ$), FH to palatal plane angle(남자 $1.61 \pm 1.92^\circ$, 여자 $0.66 \pm 1.78^\circ$), BA-NA-A angle(남자 $60.35 \pm 2.76^\circ$, 여자 $61.60 \pm 2.17^\circ$), lower facial height(남자 $47.71 \pm 3.63^\circ$, 여자 $46.42 \pm 3.64^\circ$) 및 lower incisor protrusion($3.38 \pm 1.50\text{mm}$)이었다(표 1).

연령에 따라 지속적으로 증가하는 항목(anterior and posterior cranial base length, facial axis length, condyle axis length, corpus axis length)에 대해서는 계측한 자료를 바탕으로 촬영하지 않은 연령의 평균치 및 표준편차를 추정하였다(표 2).

연령에 따라 지속적으로 증가하는 항목에서 연간 성장 변화량, 평균 연성장량 및 8년간 변화량을 구하였으며, 모든 계측 항목에서 12세 이후의 대부분의 연간 성장변화량, 평균 연성장량 및 8년간 변화량에서 남녀간 유의차를 나타내었다($p < 0.05$)(표 3).

남녀별로 각 연령에서 각 계측치의 평균치를 이용하여 visual norm을 작성하였다. 남자의 경우 각 기간 동안 상당한 성장을 보였으며 특히 12-14세 기간에 가장 많은 변화를 나타내었다. 그러나 12세 전이나 14세 이후도 상당한 성장이 있었다(그림. 4). 여자의 성장 변화에서는 10-12세 사이에서 가장 많은 성장을 나타냈었고 이후 점차 성장의 감소를 보였다. 특히 14-16세 사이에서는 아주 적은 양의 성장만 관찰할 수 있었다(그림. 5).

IV. 고 찰

교정 치료의 목적은 부정교합에 의한 기능 상실을 회복하여 정상 교합을 얻게 함과 동시에 환자의 안모 조화와 심미성을 개선하여 최적의 안모 형태를 얻고 자 함에 있으므로 성장기 환자의 부정교합을 진단하고 치료 계획을 수립하는데 있어서 성장에 따른 변화를 고려하는 것은 매우 중요한 일이다.

Ricketts²⁹⁾에 의하면 교정 환자의 치료 계획시 성장과 치료의 효과가 함께 포함된 V.T.O.를 작성하여 예

Table 1. Cephalometric values in each age (Mean (S.D.))

Item	Sex	Age					Mean	Max.-Min.
		Age 8	Age 10	Age 12	Age 14	Age 16		
Facial axis angle(°)	M	84.81(3.10)	85.08(3.17)	85.23(3.28)	85.53(3.31)	85.62(3.40)	85.25(3.22)	0.82(1.32)
	F	84.73(2.89)	84.88(2.68)	85.27(3.00)	85.82(3.23)	85.61(3.13)	85.26(2.96)	1.09(1.41)
FH/PP(°)	M	1.95(1.76)	1.80(1.91)	1.61(1.90)	1.47(2.07)	1.24(2.02)	1.61(1.92)***	0.72(0.95)
	F	0.87(1.83)	0.83(1.96)	0.61(1.87)	0.39(1.76)	0.61(1.62)	0.66(1.78)	0.48(0.56)
BA-NA-A(°)	M	59.67(2.30)	60.17(2.45)	60.57(2.80)	60.74(3.13)	60.61(3.13)	60.35(2.76)***	1.07(1.56)
	F	61.15(2.13)	61.35(2.18)	61.58(2.16)	62.07(2.28)	61.84(2.20)	61.60(2.17)	0.92(1.26)
LFH(°)	M	49.01(3.16)	47.95(3.15)	47.14(3.68)	47.18(3.82)	47.28(3.87)	47.71(3.63)**	1.86(1.59)
	F	47.11(3.48)	46.59(3.23)	45.95(3.72)	46.00(3.99)	46.44(3.99)	46.42(3.64)	1.16(1.61)
BI-APO(mm)	M	3.55(1.69)	3.56(1.71)	3.45(1.68)	3.45(1.67)	3.43(1.63)	3.49(1.65)	0.13(0.41)
	F	3.17(1.48)	3.35(1.28)	3.23(1.36)	3.32(1.41)	3.24(1.34)	3.26(1.35)	0.19(0.88)

Max. - Min. : difference between maximum and minimum value

** Significant difference between male and female at 0.01% level by t-test

*** Significant difference between male and female at 0.001% level by t-test

Table 2. Cephalometric values in each age (Mean (S.D.))

Item	Sex	Age								
		Age 8	Age 9	Age 10	Age 11	Age 12	Age 13	Age 14	Age 15	Age 16
CC-NA(mm)	M	53.57 (2.34)	54.24 (2.32)	54.93 (2.33)	55.69 (2.41)	56.50 (2.53)	57.36 (2.58)	58.23 (2.59)	59.03 (2.62)	59.65 (2.61)
	F	52.02 (2.29)	52.79 (2.12)	53.64 (2.12)	54.40 (2.24)	54.96 (2.41)	55.31 (2.46)	55.55 (2.42)	55.85 (2.42)	56.46 (2.72)
CC-BA(mm)	M	45.16 (2.92)	45.82 (2.87)	46.53 (3.01)	47.40 (3.19)	48.44 (3.31)	49.58 (3.30)	50.65 (3.27)	51.40 (3.29)	51.45 (3.38)
	F	47.18 (2.70)	47.78 (2.56)	48.82 (2.55)	49.89 (2.62)	50.71 (2.71)	51.19 (2.69)	51.40 (2.56)	51.57 (2.47)	52.11 (2.66)
PT-GN(mm)	M	98.18 (3.94)	99.94 (4.31)	101.95 (4.37)	104.60 (4.44)	107.96 (4.67)	111.82 (4.99)	115.62 (5.41)	118.52 (5.76)	119.35 (5.55)
	F	96.35 (3.75)	98.03 (3.82)	100.44 (4.40)	103.10 (5.02)	105.64 (5.31)	107.76 (5.13)	109.32 (4.80)	110.24 (4.70)	110.52 (4.98)
DC-XI(mm)	M	34.21 (2.29)	34.75 (2.43)	35.45 (2.35)	36.42 (2.39)	37.68 (2.50)	39.16 (2.48)	40.69 (2.42)	42.02 (2.49)	42.80 (2.51)
	F	33.70 (1.91)	34.48 (1.98)	35.22 (1.92)	36.07 (1.90)	37.09 (1.96)	38.22 (1.98)	39.34 (2.08)	40.22 (2.26)	40.55 (2.26)
XI-PM(mm)	M	60.62 (2.56)	61.95 (2.65)	63.35 (2.67)	64.97 (2.90)	66.82 (3.23)	68.81 (3.45)	70.70 (3.71)	72.09 (3.92)	72.49 (3.75)
	F	59.62 (2.73)	60.73 (3.13)	62.63 (3.24)	64.63 (3.26)	66.27 (3.35)	67.33 (3.46)	67.85 (3.60)	68.06 (3.72)	68.47 (3.59)

Table 3. Changes in cephalometric values (Mean (S.D.))

Item	Sex	Age									
		8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	8-16	Average annual changes
CC-NA(mm)	M	0.67 (0.51)	0.69 (0.36)	0.75 (0.48)	0.81* (0.35)	0.86*** (0.31)	0.87*** (0.45)	0.80*** (0.43)	0.63 (0.59)	6.09** (1.60)	0.76** (0.20)
	F	0.77 (0.85)	0.85 (0.45)	0.75 (0.59)	0.56 (0.43)	0.36 (0.20)	0.24 (0.26)	0.29 (0.25)	0.61 (0.64)	4.44 (1.61)	0.55 (0.20)
CC-BA(mm)	M	0.66 (0.73)	0.71* (0.49)	0.87 (0.57)	1.04 (0.46)	1.14*** (0.50)	1.07*** (0.61)	0.74*** (0.43)	0.06** (0.59)	6.29* (2.09)	0.79* (0.26)
	F	0.60 (0.79)	1.05 (0.40)	1.07 (0.59)	0.82 (0.47)	0.48 (0.24)	0.20 (0.26)	0.17 (0.28)	0.54 (0.28)	4.93 (1.41)	0.62 (0.16)
PT-GN(mm)	M	1.76 (1.49)	2.01 (0.71)	2.64 (0.97)	3.37*** (0.82)	3.85*** (0.89)	3.80*** (1.14)	2.90*** (0.94)	0.83 (1.27)	21.17*** (3.11)	2.65*** (0.39)
	F	1.68 (1.42)	2.41 (1.02)	2.66 (0.06)	2.53 (0.66)	2.13 (0.74)	1.56 (1.13)	0.92 (0.88)	0.33 (0.85)	14.22 (2.75)	1.78 (0.34)
DC-XI(mm)	M	0.54 (0.80)	0.70 (0.54)	0.97 (0.78)	1.26 (0.52)	1.48** (0.38)	1.53* (0.68)	1.33* (0.69)	0.79* (0.66)	8.59** (1.67)	1.07** (0.21)
	F	0.78 (0.83)	0.74 (0.49)	0.85 (0.59)	1.01 (0.42)	1.13 (0.41)	1.12 (0.62)	0.88 (0.52)	0.33 (0.58)	6.85 (1.65)	0.86 (0.21)
XI-PM(mm)	M	1.33 (0.95)	1.40** (0.64)	1.62 (0.91)	1.86 (0.70)	1.99*** (1.13)	1.88*** (0.99)	1.39*** (0.72)	0.40 (1.13)	11.87*** (2.61)	1.48*** (0.33)
	F	1.12 (1.35)	1.90 (0.49)	2.00 (0.70)	1.64 (0.55)	1.07 (0.47)	0.51 (0.64)	0.22 (0.50)	0.41 (0.75)	8.86 (1.61)	1.11 (0.20)

* Significant difference between male and female at 0.05% level by t-test
 ** Significant difference between male and female at 0.01% level by t-test
 *** Significant difference between male and female at 0.001% level by t-test

Table 4. Comparison of cephalometric values with those of other studies

Sex Item	Study	Present study(Korean)	Ricketts ³³⁾ (American)	Engel ⁴⁸⁾ (Japanese)	함 ⁴⁹⁾ (Korean)
Facial axis angle(°)	M	85.25(3.22)	90(3.5)	85.5(2.8)	86.3(6.9) 84.8(3.1)
	F	85.26(2.96)			
FH/PP(°)	M	1.61(1.92)	1.0(3.5)	1.9(2.8)	-
	F	0.66(1.78)			
BA-NA-A(°)	M	60.35(2.76)	63*	-	-
	F	61.60(2.17)			
LFH(°)	M	47.71(3.63)	47(4.0)	48.5(3.2)	45.3(3.0) 47.2(3.0)
	F	46.42(3.64)			
BI-APO(mm)	M	3.49(1.65)	1.0(2.3)	3.9(2.3)	3.2(2.1) 2.9(2.0)
	F	3.26(1.35)			

* Ricketts⁴⁷⁾

Table 5. Comparison of average annual changes with those of other studies

Sex Item	Study	Present study(Korean)	Ricketts ³³⁾ (American)	Engel ⁴⁸⁾ (Japanese)	함 ⁴⁹⁾ (Korean)
CC-NA(mm)	M	0.76(0.20)	0.8	0.5	0.60 0.36
	F	0.55(0.20)			
CC-BA(mm)	M	0.79(0.26)	0.7	-	0.41 0.21
	F	0.62(0.16)			
PT-GN(mm)	M	2.65(0.39)	3	-	2.02 1.42
	F	1.78(0.34)			
DC-XI(mm)	M	1.07(0.21)	0.8	-	1.01 0.75
	F	0.86(0.21)			
XI-PM(mm)	M	1.48(0.33)	1.6	0.9	1.07 1.09
	F	1.11(0.20)			

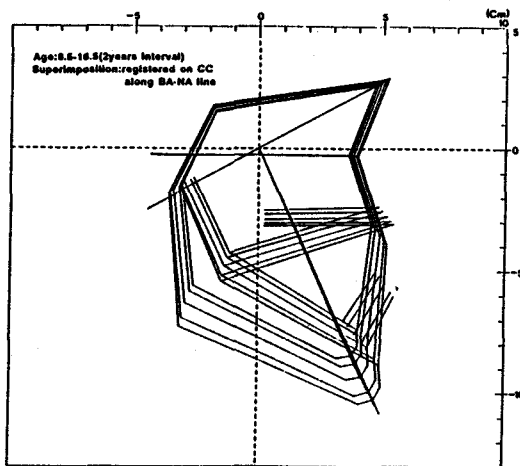


Fig. 4. Visual norms of male.

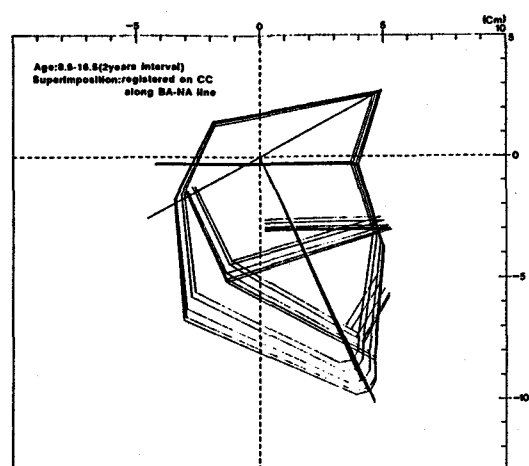


Fig. 5. Visual norms of female.

상되는 결과를 봄으로써 보다 정확한 계획의 수립이 가능하다고 하였는바, 본 연구에서는 한국인 청소년을 대상으로 촬영된 측모 두부X선 규격사진의 5년 적 자료에서 V.T.O. 작성의 초기 단계인 치료 효과를 포함하지 않은 성장 예측에 필요한 항목을 선정 계측하여 분석하였다.

본 연구의 자료 채득에서 X선 촬영은 계속적 촬영의 거부감을 줄이고, 다소 어려움을 덜기 위하여 격년 간격으로 시행하였으며, 처음 시작시 연구 대상은 안모 및 치열이 정상인 남녀 아동 각각 35명이었다. 그러나 대상 아동의 계속적 X선 촬영에 따른 부모들의 거부감과 대상 아동의 병원까지 이동문제, 그리고 특히 중,고등학교로 진학함에 따른 소재파악, 학업시간 증가에 따른 시간조절의 어려움등으로 최종 검사시까지 모든 시기에 참여한 대상 아동은 남자 25명, 여자 21명이었으며 이들의 두부X선 규격사진을 재료로 하였다.

두부X선 규격사진 촬영시마다 촬영 조건의 변화가 없도록 특히 필름-피사체간 거리(14cm)에 유의하였으며, 계측점의 설정 및 투사도 작성에 따른 오차를 최대한 줄이기 위하여 같은 연구자가 동일 대상의 연속 X선 사진을 함께 투사하여 비교하면서 수정 보완하였다.

Ricketts⁴¹⁾는 50명을 대상으로 한 5년적 연구에서 연령에 따라 거의 변화를 보이지 않는 항목에 대해 10년간 변화량의 1 S.D.(각도 계측 항목 2.35°, 거리 계측 항목 2.21mm)를 구하였으며 어떤 일정기간 동안의 변화량이 그가 보고한 1 S.D.보다 작을 경우 실제로 거의 변화가 없다고 할 수 있으며, 이는 또한 투사 오차에 의한 것이 대부분이라고 하였으므로 본 연구에서는 8년간 계측치중 최대값과 최소값의 차이가 Ricketts가 보고한 10년간 변화량의 1 S.D.를 8년으로 환산한 값(각도 계측 항목 2°, 거리 계측 항목 2mm)이하인 항목은 연령에 따른 변화가 없는 항목으로 규정하였다.

하악골의 성장 방향을 나타내기 위해 Downs 등⁴²⁻⁴⁵⁾은 Y-axis angle(FH to SGn), Brodie 등^{5,6,24)}은 Na-S-Gn angle를 사용하였으나 Ricketts⁴⁵⁻⁴⁷⁾는 하악의 성장 예측을 위한 기준선으로서 통계학적으로 가장 안정된 central reference axis로 증명된 facial axis의 사용을 주장하였으며 하악골의 성장 방향을 분석하기 위해 facial axis angle을 계측하여 9세의 백인은 90±3.5° 이고 10년동안 1-2° 정도 증가한다고 하였다. 본 연구 결과에서는 8세의 경우 84.77±3.09

°로 나타나 백인의 기준치보다는 작은 값을 보였으며 8세의 일본인의 기준치인 85.5±2.8°⁴⁸⁾와 함⁴⁹⁾이 보고한 한국인의 기준치인 85.9±5.2°와는 유사한 값을 보여 서양인에 비해 동양인의 하악골이 수직 성장하는 경향을 나타내었다.

상악골의 수직 성장에서 Brodie⁵⁾는 두개골에 대해 하방으로 평행하게 성장하거나 변할 경우 palate의 전방 부위가 약간 낮아지는 경향을 보인다고 하였으며 Ricketts¹⁰⁾ 역시 FH plane에 대한 palatal plane의 각도는 성장하는 동안 안정된 상태로 유지된다고 하였다. 본 연구 결과에서의 FH to palatal plane angle은 남자 1.61±1.92°, 여자 0.66±1.78°로서 백인의 기준치인 1.0±3.5°와 유사한 값을 보였으며 본 연구 기간 동안 거의 안정된 상태로 유지되었다.

상악골의 전방 성장에서 William⁷⁾, Buchin⁵⁰⁾, Nanda⁵¹⁾등은 상악골의 전방 성장량이 NA의 전방 성장량과 일치한다고 하였으며, SNA각도를 연구한 많은 학자들의 보고^{4,6,51,52)}에서도 성장중 이 각도는 안정된 상태로 유지되거나 약간 증가한다고 하였다. Ricketts⁴⁷⁾는 상악의 전방 성장 예측을 위해 BA-NA-A angle를 사용하였으며 백인의 기준치는 63°로서 연령에 따른 변화는 없다고 하였다. 한국인의 BA-NA-A angle은 남자 60.35±2.8°, 여자 61.60±2.2°로 본 연구기간 동안 두개저에 대한 상악의 전후방관계는 거의 일정한 상태로 유지되었으며 백인의 기준치와 비교해 보았을때 한국인에서 상악이 보다 후방위치된 양상을 나타내어 이³⁸⁾의 보고와 일치하였다.

상하악간의 수직관계를 Ricketts³³⁾는 lower facial height로 나타내었으며 백인의 기준치는 47±4°로 성장에 따른 변화는 없다고 하였다. 한국인에서의 평균치는 남자 47.71±3.63°, 여자 46.42±3.64°로서 백인과 유사한 값을 보였으며 본 연구기간 동안 거의 일정한 상태를 유지하였다.

치료 계획시 하악 전치의 전후방 위치는 악궁의 길이에 영향을 주므로 발치의 필요성 여부를 결정함에 있어 중요한 역할을 하며, 이의 적절한 위치 설정을 위해서는 입술 및 혀의 작용, 안모형태, 심미성, 치아의 기능적 조화 및 안정성등도 함께 고려되어야 할 것이다. 하악 전치의 위치를 나타내는 기준선으로 Steiner⁵²⁾는 Nline, Tweed⁵³⁾는 FH plane, Jarabak⁵⁴⁾은 facial plane을 사용하였다.

Ricketts³³⁾는 하악 전치의 위치 결정을 위해 상하악골의 최전방 기저골을 연결하는 APO plane과의 거리를 측정하였으며 백인의 기준치는 1.0±2.3mm로서

연령 증가로 인한 변화는 보이지 않는다고 하였다. 본 연구에서 APO plane에 대한 하악 전치의 거리는 $3.38 \pm 1.50\text{mm}$ 로서 성장시 안정된 상태로 유지되었으며 일본인의 $3.9 \pm 2.3\text{mm}$ ⁴⁸⁾보다는 작은 값을 나타내었으나 백인과 비교해 보았을 때 한국인의 하순이 보다 전방 돌출된 양상을 보였다.

두개저의 크기나 형태는 안면골의 전방 돌출 정도와 하악골의 위치를 변화시킴으로써 악안면 구조에 영향을 미치며 부정교합의 한 원인이 될 수 있다. 두개 안면부의 성장에 관한 연구에서 기준선으로는 SN plane, FH plane, BA-NA plane이 주로 사용되어 왔다. Ricketts^{31,46)}는 이들 기준선에 대한 연구에서 SN plane은 생물학적이거나 해부학적 중요성에 의해서가 아니라 단지 인지의 용이성 때문에 주로 사용되어 왔으며, 특히 Sella point는 안면이나 악골 성장과는 연관성이 낮다고 하였다. 그러나 FH plane은 두개의 중요한 vital organ을 연결한 선으로서 안면의 위치 조절시 유용한 기준이 되며 10년 동안의 누년적 연구에서 개인이 가진 고유의 FH plane은 거의 변화가 없었으므로 안면부의 성장에 관한 연구에서 적당한 기준선이라고 하였다. 또한 BA-NA plane은 두개와 안면의 경계를 이루는 선으로 두 기준점 사이에는 상당한 거리가 있으므로 오차를 줄일 수 있고 BA point와 NA point가 이 평면상에서 diverge growth를 하므로 두개저 길이의 성장 연구를 위해서는 가장 신뢰성 있는 기준이라고 하였으며 백인의 경우 전방두개저 길이(CC-NA)는 0.8mm, 후방두개저 길이(CC-BA)는 0.7mm씩 매년 증가한다고 하였다. 본 연구 결과에서 전방과 후방 두개저 길이의 평균 연성장량은 백인과 유사한 값을 보였으며 함⁴⁶⁾이 보고한 한국인의 평균 성장량보다는 약간 큰 값을 나타내었다.

15-16세 사이의 성장량에서 연령에 따라 지속적인 증가를 보이는 다른 항목에서는 여자에 비해 남자가 큰 값을 나타내었으나 후방 두개저 길이(CC-BA)의 성장에서 여자가 큰 값을 보인것은 촬영하지 않은 연령의 평균치를 구함에 있어 16세 이후의 계측값이 없으므로 16세 이전의 성장 경향으로만 추정하는 과정에서 발생된 문제점으로 이러한 점을 보완하기 위해서는 앞으로 동일한 자료의 지속적인 관찰로써 보다 장기간에 걸친 연구가 필요할 것으로 사료된다.

안모의 길이를 나타내기 위해 Ricketts⁵⁰⁾는 facial axis length(PT-GN)를 사용하였으며 백인에 있어 9세 이후 매년 3mm 증가한다고 하였는 바 본 연구 결과와 비교해 보았을 때 백인에 비해 한국인의 안모 성

장량이 작은 것으로 나타났다.

하악골의 성장 연구를 위해 Ricketts^{37,46)}는 condyle axis와 corpus axis를 사용하였다. XI point는 하악지의 지리학적 중심으로 Björk⁵⁵⁾의 implant study에서 안정된 해부학적 구조물로 증명된 mandibular foramen과 거의 같은 위치에 있으며, PM point는 symphysis 전방 곡선에서 흡수와 침착의 경계되는 부위로서 성장시 변화가 없으므로 성장에 따른 변화의 연구에서 기준점으로 적당하다고 하였다. 하악지 길이(DC-XI)의 성장에서 평균 연성장량은 백인의 기준치인 0.8mm와 유사한 값을 보였다. Ricketts⁴⁶⁾에 의하면 이 부분이 성장 예측 중 가장 어려운 항목이라고 하였는 바 각 개인의 안모나 근육의 형태등이 고려된다면 보다 정확한 성장 예측이 가능할 것으로 사료된다. 하악체 길이(XI-PM)의 성장에서 평균 연성장량은 Engel 등⁴⁸⁾이 보고한 일본인의 기준치인 0.9mm보다는 큰 값을 보였으나 백인의 기준치인 1.6mm보다는 작은 값을 나타내어 동양인의 경우 백인에 비해 하악체 길이의 성장량이 작았으며 두개저 길이와 하악체 길이의 성장량에 대한 비율에서도 서양인보다 작은 값을 보였다.

성장량을 나타내는 항목에서 연간 성장량은 각 관찰기간마다 다소의 차이를 보였으므로 V.T.O.작성에서 단기간의 성장 예측시는 보다 정확한 예측을 위해 각 연령에 따라 성장량을 다르게 사용하는 것이 좋겠으나, 장기간의 성장 예측을 위해서는 평균 연성장량을 사용하여도 임상적으로 큰 오차는 없을 것으로 사료된다.

본 연구에서 작성한 visual norm은 V.T.O.작성시 필요한 계측점과 몇개의 선정된 해부학적 기준점을 이용하여 작성한 것으로 두개 안면부의 성장 경향을 비교적 쉽게 파악할 수 있었는바, 남자의 성장 변화에서는 12-14세 사이에서 가장 많은 성장을 보이면서, 각 관찰기간마다 상당한 성장이 관찰 되었으며, 여자의 경우는 10-12세 사이에서 가장 많은 성장이 있었고 이후 점차 성장의 감소가 관찰되었다. 그러나 이러한 형태는 Ricketts³³⁾가 제시한 visual norm과는 다소의 차이가 있으며 치열과 연조직의 성장에 관한 연구가 앞으로 보완되어야 할 것으로 사료된다.

이상과 같은 결과는 안모형태 및 치열발육이 정상인 대상을 연구하여 얻어진 것으로서 교정 치료를 필요로 하는 CII 및 CIII 부정교합을 가진 환자의 치료나 진단에 응용하기에는 한계가 있으므로 이러한 부정교합을 가진 대상에서의 성장에 관한 누년적 연구

가 필요하며 이에 부가하여 현재 사용되고 있는 다양한 치료 술식이 안면 구조에 미치는 영향이나 각기 다른 안모형태에 사용된 유사한 치료방법의 효과등에 관한 누년적 연구들도 필요할 것으로 사료된다.

V. 요약

경북대학교 치과 대학에서 두개안면골 성장에 관한 누년적 연구의 일환으로 남자 25명, 여자 21명을 대상으로 평균 연령 8.5세에서 16.5세까지 격년 간격으로 촬영한두부X선 규격사진을 이용하여 Ricketts 분석법의 항목중 V.T.O. 작성의 초기 단계인 치료전의 성장 예견시에 필요한 각도 및 거리 계측 항목을 선정 계측하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 계측항목중 연령에 따른 변화를 보이지 않는 항목은 성장 방향을 나타내는 facial axis angle, FH to palatal plane angle, BA-NA-A angle, lower facial height 및 lower incisor protrusion이었다.
2. 연령에 따라 지속적으로 증가하는 항목(anterior and posterior cranial base length, facial axis length, condyle axis length, corpus axis length)에서 연간 성장 변화량, 평균 연성장량 및 8년간 변화량을 구하였다.
3. 연령에 따라 지속적으로 증가하는 모든 계측 항목에서 12세 이후의 대부분의 연간 성장변화량, 평균 연성장량 및 8년간 변화량에서 남녀간 유의차를 나타내었다($p < 0.05$).
4. 남녀별로 각 연령에서 각 계측치의 평균치를 이용하여 visual norm을 작성하였다. 남자의 경우 각 기간동안 상당한 성장을 보였으며 특히 12-14세 기간에 가장 많은 성장을 나타내었고, 여자의 성장 변화에서는 10-12세 사이에서 가장 많은 성장을 나타내었으며 이후 점차 감소를 보였다.

참고문헌

1. Broadbent, B.H. : A new X-ray technique and its application to orthodontia, *Angle Orthod.*, 1 : 45-66, 1931.
2. Broadbent, B.H. : The face of the normal child, *Angle Orthod.*, 7 : 183-208, 1937.
3. Brodie, A.G. : On the growth pattern of the human head from the third month to the eight year of life, *Am.J.Anat.*, 68 : 209-262, 1938.

4. Björk, A. : The significance of growth changes in facial pattern and their relationship to changes in occlusion, *Dental Record*, 71 : 197-290, 1952.
5. Lande, M.J. : Growth behavior of the human bony facial profile as revealed by serial cephalometric roentgenology, *Angle Orthod.*, 22 : 78-90, 1952.
6. Williams, B.H. : Craniofacial proportionality in a horizontal and vertical plane, a study in norma leteralis, *Angle Orthod.*, 23 : 26-34, 1953.
7. Brodie, A.G. : Late growth changes in the human face, *Angle Orthod.*, 23 : 146-157, 1953.
8. Coben, S.E. : The integration of facial skeletal variants : A serial cephalometric roentgenographic analysis of craniofacial form and growth, *Am.J. Orthod.*, 41 : 407-434, 1955.
9. Nanda, R.S. : The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms, *Am.J.Orthod.*, 41 : 658-673, 1955.
10. Ricketts, R.M. : Cephalometric synthesis, *Am.J.Orthod.*, 46 : 647-673, 1960.
11. Merow, W.W. : A cephalometric statistical appraisal of dentofacial growth, *Angle Orthod.*, 32 : 205-212, 1962.
12. Bergerson, E.O. : The directions of facial growth from infancy to adult-hood, *Angle Orthod.*, 36 : 18-43, 1966.
13. Cannon, J. : Craniofacial height and depth increments in normal children, *Angle Orthod.*, 40 : 202-218, 1970.
14. Björk, A. and Skieller, V. : Facial development and tooth eruption, an implant study at the age of puberty, *Am.J.Orthod.*, 62 : 339-383, 1972.
15. Riolo, M.L., Moyers, R.E., McNamara, J.A. and Hunter, A.S. : Atlas of craniofacial growth center for human growth and development, The University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, 1974.
16. Mitani, M. : Occlusal and craniofacial growth changes during puberty, *Am.J.Orthod.*, 72 : 76-84, 1977.
17. Bishara, S.E. : Longitudinal standards from 5 years of age to adulthood, *Am.J.Orthod.*, 79 : 35-44, 1982.
18. Sinclair, P.M. and Little, R.H. : Maturation of untreated normal occlusion, *Am.J.Orthod.*, 83 : 44-123, 1983.
19. Sinclair, P.M. and Little, R.M. : Dentofacial maturation of untreated normals, *Am.J.Orthod.*, 88 : 146-156, 1985.
20. Bishara, S.E., Peterson, L.C. and Bishara, E.E. : Changes in facial dimensions and relationships between the ages of 5 and 25 years, *Am.J.Orthod.*, 85 : 238-252, 1984.
21. Bishara, S.E. and Jakobsen, J.R. : Longitudinal changes in three normal facial types, *Am.J.Orthod.*, 88 : 466-502, 1985.
22. Love, R.J., Murray, J.M. and Mamandras, A.H. : Facial growth in males 16 to 20 years of age, *Am.J.Orthod.*, 92 : 200-206, 1990.

23. Burstone, C.J. : Process of maturation and growth prediction, *Am.J.Orthod.*, 49 : 907-919, 1963.
24. Bishara, S.E., Jamison, J.E., Peterson, L.C. and Dekock, W.H. : Longitudinal changes in standing height and mandibular parameters between the ages of 8 and 17 years, *Am.J.Orthod.*, 80 : 115-135, 1981.
25. Bambha, J.K. : Longitudinal study of facial growth in relation to skeletal maturation during adolescence, *Am.J.Orthod.*, 49 : 481-493, 1963.
26. Hunter, C.J. : The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence, *Angle Orthod.*, 36 : 44-54, 1966.
27. Lewis, A.B. and Roche, A.F. : Elongation of the cranial base in girls during pubescence, *Angle Orthod.*, 42 : 358-367, 1972.
28. Brodie, A.G. : The fourth dimension in orthodontia, *Angle Orthod.*, 24 : 15-30, 1952.
29. Ricketts, R.M. : Planning treatment on the basis of the facial pattern and an estimate of growth, *Angle Orthod.*, 27 : 14-37, 1957.
30. Ricketts, R.M. : Cephalometric analysis and synthesis, *Angle Orthod.*, 31 : 141-156, 1961.
31. Ricketts, R.M., Schulhof, R.J. and Bagha, L. : Orientation-Sella-Nasion or Frankfort Horizontal, *Am. J.Orthod.*, 69 : 648-654, 1976.
32. Ricketts, R.M., Bench, R.W., Gugino, C.F., Hilgers, J.J. and Schulhof, R.J. : Bioprogressive Therapy, Rocky Mountain/Orthod., JPO, Inc., 1979.
33. Ricketts, R.M., Roth, R.H., Chaconas, S.J., Schulhof, R.J. and Engel, G.A. : Orthodontic diagnosis and planning, Rocky Mountain/Orthod., 1982.
34. Cotton, W.N., Takano, W. and Wong, W.M. : The Downs analysis applied to three other ethnic groups, *Angle Orthod.*, 21 : 213-220, 1951.
35. Nanda, R. and Nanda, R.S. : Cephalometric study of the dentofacial complex of North Indians, *Angle Orthod.*, 39 : 22-28, 1969.
36. Chan, G.K. : A cephalometric appraisal of the Chinese(Cantonese), *Am.J.Orthod.*, 61 : 279-285, 1972.
37. Jacobson, A. : The craniofacial skeletal pattern of the South African Negro, *Am.J.Orthod.*, 73 : 681-691, 1978.
38. 이기수 : 두부 X-선 규격 사진의 계측에 의한 한국인 성인 교합자의 악안면 두개골격의 분석, *대한치과교정학회지*, 17 : 199-212, 1987.
39. 박태수 : 한국인 아동의 악안면 성장에 관한 두부방사선 규격사진 분석에 의한 누년적 연구, *대한치과교정학회지*, 14 : 217-230, 1984.
40. 송만석, 장건수 : 수치해석학, 2판, 생능출판사, 서울 (1989), pp.99-107.
41. Ricketts, R.M. : A four-step method to distinguish orthodontic changes from natural growth, *J.Clin. Orthod.*, 9 : 208-228, 1975.
42. Downs, W.B. : Variations in facial relationships : Their significance in treatment and prognosis, *Am.J.Orthod.*, 34 : 812-840, 1948.
43. 백일수 : 청소년기의 정상교합자에 대한 두부 방사선 계측학적 연구, *대한치과 교정학회지*, 12 : 177-190, 1982.
44. 성재현, 권오원, 경희문, 박경덕 : 한국인 두개 안면골 성장 변화에 관한 누년적 연구(8세에서 16세까지), *대한치과교정학회지*, 491-507, 1992.
45. Ricketts, R.M. : The influence of orthodontic treatment on facial growth and development. *Angle.Orthod.*, 30 : 103-131, 1960.
46. Ricketts, R.M. : Perspective in the clinical application of cephalometrics, *Angle Orthod.*, 51 : 115-150, 1981.
47. Creekmore, T.D., Cetlin, N.M., Ricketts, R.M., Root, T.L. and Roth, R.H. : Diagnosis and treatment planning, *J.Clin.Orthod.*, 26 : 585-606, 1992.
48. Engel, G. and Spolter, B.M. : Cephalometric and visual norms for a Japanese population, *Am.J.Orthod.*, 80 : 48-60, 1981.
49. 함수만 : Ricketts분석에 의한 청소년기 정상 교합자에 대한 두부 방사선 계측학적 연구, *대한치과교정학회지*, 15 : 313-324, 1985.
50. Buchin, I.D. : An appraisal of the effect of the edgewise arch appliance in modifying the dentofacial profile, *Am.J.Orthod.*, 43 : 801-818, 1957.
51. Nanda, R.S. : Growth changes in skeletal profile and their significance in orthodontic diagnosis, *Am.J. Orthod.*, 59 : 501-513, 1971.
52. Steiner, C.C. : Cephalometrics for you and me, *Am.J.Orthod.*, 39 : 729-755, 1953.
53. Tweed, C.H. : The Frankfort-mandibular incisor angle (FMIA) in orthodontic diagnosis, treatment planning and prognosis, *Angle Orthod.*, 24 : 121-169, 1954.
54. Jarabak, J.R. : Technique and treatment with light wire edgewise appliance, 2nd ed., C.V.Mosby Co., St. Louis, p.144-149, 1972.
55. Björk, A. : Prediction of mandibular growth rotation, *Am.J.Orthod.*, 55 : 585-599, 1969.
56. 정규립 : 한국 아동의 안면골 성장에 관한 누년적 연구, *대한치과교정학회지*, 11 : 85-99, 1981.

-ABSTRACT-

A LONGITUDINAL CEPHALOMETRIC STUDY OF THE CRANIOFACIAL GROWTH CHANGES OF ADOLESCENCE WITH NORMAL OCCLUSION

Yun-Jeong KIM, D.D.S., M.S.D., Kyung-Duk Park, D.D.S., M.S.D.,
Oh-Won Kwon, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyungpook National University.

This study was performed to establish the cephalometric standards and growth changes necessary to create the Growth Forecast without Treatment at adolescence.

The data from biennial serial cephalometric radiographs of 25 male and 21 female subjects aged from 8 to 16 years of Normal Koreans were used for this study.

The following results were obtained :

1. There were no significant value changes of facial axis angle, FH to palatal plane angle, BA-NA-A angle, lower facial height and lower incisor protrusion as the age increased.
2. From continuous increasing measurements (anterior and posterior cranial base length, facial axis length, condyle axis length, corpus axis length), the annual growth changes, average annual growth changes and changes for 8 years were obtained.
3. From continuous increasing measurements, significant differences were observed between male and female subjects in most annual growth changes after age of 12 years, average annual growth changes and changes for 8 years ($p < 0.05$).
4. All linear and angular measurements were plotted by using X-Y plotter and personal computer. The visual norms for both sexes were obtained. There was considerable growth, for male, for each period especially the most remarkable growth from the age of 12 to 14. For female, the utmost growth was showed from the age of 10 to 12, and gradually decreased since then.

KOREA. J. ORTHOD. 1995 ; 25 : 287-297

※Key words : Growth change. Normal occlusion