

한국 아동의 측모두부 수평 기준선에 관한 연구

김경호¹⁾ · 최광철²⁾ · 이지연³⁾

환자의 진단이나 치료계획 수립 및 치료의 결과를 평가하기 위해서 현재까지 여러 가지 수평 기준선들이 사용되고 있으나 그 정확성과 재현성이 문제가 되고 있으며 기존의 연구도 서양인을 대상으로 한 수평 기준선을 사용한 경우가 대부분이다. 특히 성장이 완료된 후의 상태를 평가하는 성인 환자와는 다르게 성장기 아동에서는 발육단계에 따라 수평 기준선이 변화될 수 있으므로 이를 고려한 수평 기준선의 설정이 필요할 것이다.

이에 본 연구에서는 성장기 아동의 골성속도와 부정교합군 및 성별에 따른 Sella-Nasion (SN) 평면과 Frankfort-Horizontal(FH) 평면이 이루는 각도와 FH 평면과 다른 수평면 간의 관계를 조사하기 위해 교정치료를 받은 경험이 없는 성장기 남녀 아동 540명을 대상으로 수완부골 방사선 사진과 측모두부 방사선 사진을 촬영하였으며, SMA(Skeletal Maturity Assessment)를 이용하여 골성속도에 따라 SMI 1-4를 A군, SMI 5-7을 B군, SMI 8-11을 C군으로 분류하고, 측모두부규격 방사선 사진 계측결과 부정교합 분류에 따라 골격성 I급 부정교합군, 골격성 II급 부정교합군, 골격성 III급 부정교합군의 세 군으로 분류한 후 10개의 항목을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. SN 평면과 FH 평면이 이루는 각도는 골성속도와 부정교합 및 성별에 따른 차이를 보이지 않았다.
2. SN 평면과 FH 평면이 이루는 각도는 남자는 $8.27^{\circ} \pm 2.31^{\circ}$, 여자는 $8.59^{\circ} \pm 2.24^{\circ}$, 전체에서는 $8.42^{\circ} \pm 2.28^{\circ}$ 였다.
3. FH 평면과 구개평면이 이루는 각은 골성속도, 부정교합 및 성별에 따른 차이를 보이지 않고 비교적 일정하였다 ($1.09^{\circ} \pm 3.21^{\circ}$).

(주요단어 : 성장과 발육, 수평 기준선, FH 평면, SN 평면)

I. 서 론

1931년 Broadbent¹⁹⁾에 의해 두부 방사선 계측 사진이 도입된 이래로 많은 분석법이 소개되었고^{18,22,26,40,46,47)} 각 분석법마다 여러 기준선들이 설정되어 사용되어 왔다. 두부 방사선 계측 사진 분석에서는 두개내의 어떤 기준선을 선택하느냐에 따라 매우 상이한 결과를 얻을 수 있으며 형태에 대한 해석 또한 상이하게 될 수 있다. 즉 계측점을 정확하고 신뢰성 있게 설정하였다 하더라도 사용하는 분석법에 따라 전혀 다

른 악골 관계가 동일한 측정치를 나타낼 수도 있다. 그러므로 서로 다른 기준체계를 사용하여 얻어진 결과를 직접 비교할 수는 없으며 더욱 객관적으로 신뢰할 수 있는 기준선의 설정이 무엇보다도 중요하다.

현재까지 Sella-Nasion(SN) 평면과 Frankfort-Horizontal(FH) 평면이 수평 기준선으로 가장 널리 사용되고 있지만 두가지 모두 장단점을 가지고 있다. FH 평면은 실제 수평선과 가장 근접한 것으로 알려져 있으나 해부학적인 porion을 계측하기가 어렵고 개인 간에 변이가 심하므로 계측점의 재현성이 많은 논란이 되고 있다. 과거에는 porion의 재현성 때문에 ear-rod image의 최상방점을 대신 이용하기도 하였으나 ear canal의 구조상 각 개인에게서 ear-rod를 적절히 위치시키기 어렵기 때문에 많은 반론이 제기되

¹⁾ 연세대학교 치과대학 교정학 교실 조교수, 두개안면 기형연구소 연구원

²⁾ 연세대학교 치과대학 교정학 교실 조교수

³⁾ 연세대학교 치과대학 교정학 교실 전공의

었다⁵³⁾. Ricketts는 ear-rod를 사용하지 않고 측모두부규격 방사선 사진을 촬영하는 방법을 소개하였으며 true porion과 orbitale를 연결하는 FH 평면과 PT(Pterygoid point)에서 FH 평면에 수직으로 내린 PTV(Pterygoid Vertical)을 기준선으로 하였는데 이 부분이 성장에 따른 변화가 가장 적은 부분으로 중첩시 기준이 될 수 있다고 하였다^{46,47)}.

두개에 대한 악골의 위치를 평가하는 기준선으로 SN 평면을 사용하는 경우 계측하기가 편리하고 재현가능성이 좋다는 장점이 있기는 하지만 SN 평면의 기울기는 두개 위치와 밀접한 관련이 있으며 sella-nasion의 위치에 따라 다양하게 변화될 수 있음이 지적되었다⁴²⁾.

Burstone²²⁾은 SN 평면과 FH 평면이 서양인에서 평균 7°의 차이가 있다고 하여 SN 평면과 7°를 이루는 선을 그은 후 이 기준선에 평행 또는 수직되는 선에 계측점들을 투사하여 골조직과 연조직을 분석하는 방법(COGS)을 발표하였다^{22,38)}. Proffit⁴⁴⁾은 SN 평면과 FH inclination이 평균 6°라 하였으며, 또한 개개인의 진성 수평 기준선(true horizontal line)에 대해 SN의 경사가 다양하기 때문에 SN-FH inclination이 비정상적인 경우에는 자연스러운 머리위치(Natural Head Posture :NHP)에서 설정된 진성 수평 기준선을 사용하는 것이 바람직하다고 하였다.

자연스러운 머리위치는 개인의 실생활의 외모를 보다 잘 반영하며 해부학적이기 보다는 생리적으로 결정되는 위치이므로 NHP에서의 진성 수평 기준선은 개개인에게 맞는 수평 기준선이 될 수 있다고 보고되었으며²³⁾ 재현성 또한 다른 두개내의 수평 기준선보다 높다는 연구 결과가 발표되었다^{24,25)}. 그러나, Ellis와 McNamara²⁸⁾는 NHP는 technique-dependent 하며 이러한 기술적인 방법이 엄격히 지켜지지 않은 large cross-sectional studies에서는 유용하지 못함을 지적하였다. 또한 개인의 NHP는 내이의 labyrinth로부터 지각적 자료에 기초를 두고 시각적 입력에 의해 수정되는데⁴⁴⁾ 이러한 위치는 개인의 호흡 저항도, 성장 양상 등과 관련성이 있으며 특히 두개안면 형태와 매우 높은 상관 관계를 갖는 것으로 보고되고 있다^{23,30,49,50)}. 두개안면 형태를 나타내는 여러 측정값들 가운데 가장 큰 연관성을 가지는 것은 하악골의 상대적 위치인 것으로 알려져 있으며 박과 손⁶⁾의 연구에 의하면 치료에 의한 하악골의 상대적 위치 변화와 관련하여 머리위치도 변화한다고 하였다. 따라서 자연스러운 머리위치는 기존의 두개 평면에 비해 매우 높

은 재현성을 나타내지만^{24,25,50)} 교정치료나 악교정 수술 등에 의해 머리위치 자체가 변하게 되는 경우 이상태에서의 진성 수평 기준선을 결정하는 것은 다소 무리가 있으리라 사료된다.

김 등¹⁾은 한국 성인의 측모두부 수평 기준선에 관한 최근의 연구에서 부정교합에 관계없이 남자에서는 SN 평면에 7.5°되게, 여자에서는 9°되게 한국 성인의 수평 기준선을 설정하는 것이 바람직하다고 보고한 바 있는데, 성장이 완료된 후의 상태를 평가하는 성인 환자와는 달리 성장기 아동에서는 발육단계에 따라 수평 기준선이 변화될 수 있으므로 이를 고려한 수평 기준선의 설정이 필요할 것이다.

수완부골 방사선 사진은 1939년 Todd⁵⁴⁾에 의해 임상적 응용이 제시된 이래 촬영이 간편하고 판독이 용이하므로 근래에 가장 널리 사용되고 있는 골성속도 평가 방법의 하나인데 Grave와 Brown³²⁾은 수완부의 9 부위에서 일어나는 골화 순서에 따라 14 단계로 구분하였으며 Fishman²⁹⁾은 종적, 횡적 연구를 통한 SMA(Skeletal Maturation Assessment)를 제시하였다. 국내에서는 김 등²³⁾, 박과 서⁸⁾, 장과 정¹³⁾이 수완부골 방사선 사진을 이용하여 골성속도에 관한 연구를 보고한 바 있다.

두개안면의 계측치는 인종, 성별, 지역 등의 영향을 받으며 상호간에 통계적 유의성을 나타내고 골격 형태의 유형에 따라서도 많은 차이가 있게 된다. 특히 인종 간의 안면 경사도에 차이가 있음을 많은 선학들이 보고한 바 있으나^{27,31,43)} 그 동안의 문헌들은 교정치료계획이나 치료결과의 평가에 서양인의 기준과 동일한 평가 기준을 적용함으로써 그 결과가 다르게 해석되었을 수도 있다. 성장이 진행되는 아동에서는 성장에 의한 변화 또한 고려되어야 하지만 성장단계에 따른 기준선의 변화를 연구한 경우는 매우 드물며 부정교합에 따라 기준선에 차이가 있는지를 연구한 경우도 거의 없는 형편이다. 수평 기준선이 골성속도나 부정교합에 따라 차이가 나지 않는다면 이러한 수평 기준선이 적용될 수 있으나 만일 차이가 난다면 각각에 따라 서로 다른 수평 기준선이 적용되어야 할 것이다.

그러므로 본 연구에서는 성장기 아동의 골성속도와 부정교합 및 성별에 따라 Sella-Nasion(SN) 평면과 Frankfort-Horizontal(FH) 평면이 이루는 각도와 FH 평면과 다른 수평면 간의 관계를 평가하고자 하며 이를 근거로 하여 이후의 두부방사선 계측 연구에서 사용되는 수평기준선에 대한 기초를 제공하고자 한다.

표 1. 연구대상의 분류 기준

Group	Class III	Class I	Class II
SMI 1-4 (A)	ANB ≤ 1.5	2.0 ≤ ANB ≤ 5.0	5.5 ≤ ANB
SMI 5-7 (B)	ANB ≤ 1.5	2.0 ≤ ANB ≤ 5.0	5.5 ≤ ANB
SMI 8-11 (C)	ANB ≤ 1.0	1.5 ≤ ANB ≤ 4.5	5.0 ≤ ANB

표 2. 연구대상의 평균 ANB와 Wits 값

Group		Sex	Sample number(명)	ANB(°)		Wits(mm)	
Malocclusion	SMI			Mean	S.D.	Mean	S.D.
Class I	A	M	30	4.14	2.32	-1.81	2.42
		F	30	2.65	1.24	-3.25	2.32
	B	M	30	2.85	0.90	-1.65	0.90
		F	30	2.91	2.24	-2.06	2.13
	C	M	30	2.60	0.97	-1.73	3.09
		F	30	2.16	0.90	-1.86	2.12
Class II	A	M	30	6.50	1.68	1.75	2.96
		F	30	6.14	1.16	1.63	2.50
	B	M	30	6.18	1.27	2.51	2.40
		F	30	5.67	1.32	0.51	2.82
	C	M	30	6.00	1.05	2.70	3.33
		F	30	5.54	1.67	2.68	2.48
Class III	A	M	30	-0.47	1.45	-5.99	2.97
		F	30	-0.65	1.68	-6.12	2.80
	B	M	30	-0.11	1.03	-5.76	2.68
		F	30	-0.57	1.61	-6.57	2.63
	C	M	30	-0.89	1.70	-5.70	3.25
		F	30	-0.39	1.81	-7.24	2.88

M : Male F : Female

II. 연구 대상 및 방법

가. 연구 대상

연세대학교 영동세브란스병원 교정과에 내원한 교정환자 중에서 초진시 수완부골 방사선 사진과 측모두부규격 방사선 사진이 있는 7세에서 17세까지의 남, 녀 아동과 연세대학교 치과대학 두개안면 기형 연구소에 수완부골 방사선 사진과 측모두부규격 방사선 사진을 소장하고 있는 강원도 지역의 교정치료를

받은 경험이 없는 남, 녀 아동 540명을 대상으로 하였다.

수완부골 방사선 사진을 SMA(Skeletal Maturity Assessment) System²⁹⁾을 이용하여 판독한 후 골성 속도에 따라 SMI 1-4를 A군, SMI 5-7을 B군, SMI 8-11을 C군으로 분류하였으며 표 1의 분류 기준에 따라 골격성 부정교합군을 분류하여^{7,9)} 각각의 군에 남, 녀 별로 30명씩의 아동을 연구대상으로 하였다(표 1, 표 2).

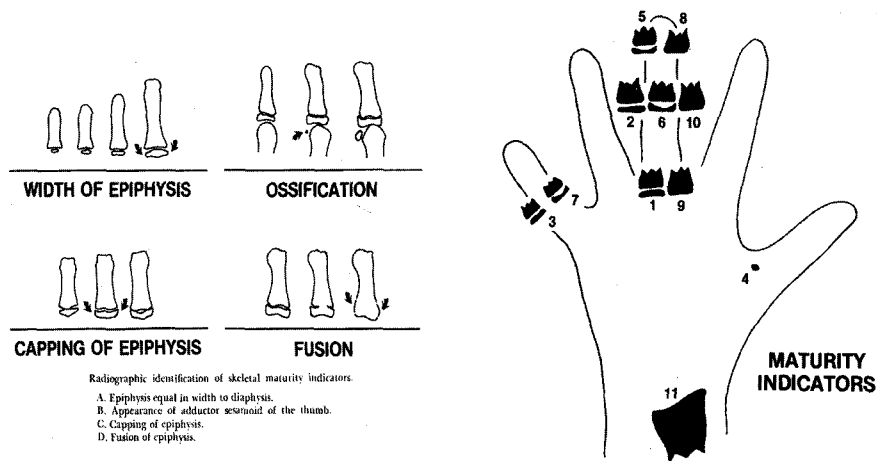


그림 1. Fishman의 SMA system

나. 연구 방법

1. 방사선 사진의 촬영

연세대학교 영동세브란스병원 치과에 설치된 두부 계측 방사선 사진 촬영기 (Orthopos, Simens)에 이중 증감지가 들어 있는 8" × 10" X-ray 카세트와 필름을 사용하여 60 KVp, 10 mA, 0.12 sec의 노출 조건으로 수완부골 방사선 사진을 촬영하였으며 73 KVp, 15 mA, 0.64 sec의 노출 조건으로 측모두부규격 방사선 사진을 통상의 방법으로 촬영하였다.

2. 수완부 골성숙도 평가

Fishman이 제안한 SMI(Skeletal Maturity Indicators)에 따라 첫째, 셋째, 다섯째 수지 및 요골에 위치한 여섯 부위에서 일어나는 골성숙 과정을 11 단계로 분류하였으며, 판정기준은 다음과 같다(그림 1).

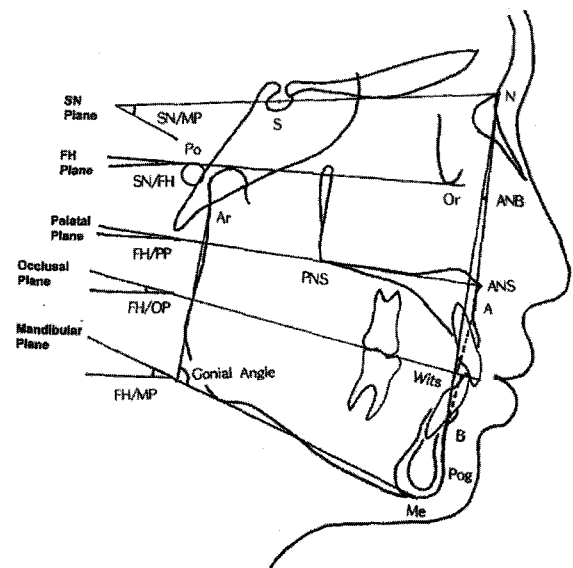


그림 2. 계측점 및 기준선

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

3. 측모두부규격 방사선 사진의 계측점 및 계측 항목 연구대상의 촬영 사진 중 해부학적인 porion의 해

표 3-1. A군 계측항목의 평균, 표준편차 및 성별 유의성 검정

	Class I					Class II				
	Male		Female		t-value	Male		Female		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
SN/FH	8.01	1.96	8.03	2.22	0.02	8.51	1.85	9.16	2.21	1.34
SN/MP	37.83	3.95	37.20	4.44	0.56	40.34	4.97	40.48	5.17	0.12
FH/PP	0.74	2.32	0.74	2.31	0.00	0.96	2.66	1.38	4.25	0.46
FH/OP	12.27	2.68	13.83	3.89	1.76	14.27	3.79	12.85	4.07	1.50
FH/MP	29.71	3.59	29.18	3.76	0.55	31.83	4.62	31.33	5.35	0.43
Gonial angle	125.97	5.35	123.28	5.67	1.84	126.68	6.45	124.85	6.55	1.16

	Class III					Total				
	Male		Female		t-value	Male		Female		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
SN/FH	8.39	2.09	8.82	2.50	0.69	8.33	1.94	8.66	2.33	1.02
SN/MP	36.44	4.69	36.28	5.18	0.12	38.55	4.87	38.02	5.20	0.70
FH/PP	0.71	4.96	1.07	3.34	0.31	0.83	3.34	1.06	3.35	0.46
FH/OP	10.25	4.05	10.56	3.49	0.30	12.59	3.93	12.48	4.03	0.19
FH/MP	28.06	4.29	27.46	4.41	0.50	30.19	4.51	29.36	4.76	1.20
Gonial angle	127.26	5.12	126.08	5.49	0.81	126.64	5.76	124.69	5.97	2.23*

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

상도가 높은 측모두부규격 방사선 사진만을 추출하여 투사도를 작성하였고, digitizing 후 각도 계측은 0.1°, 거리 계측은 0.1 mm 까지 시행하였다.

가. 계측점 및 기준선 (그림 2)

- 1) S (Sella) : 접형골의 뇌하수체와의 중심
- 2) N (Nasion) : 전두비봉합의 최전방 경계
- 3) Po (Porion) : 외이도의 최상연의 중심점
- 4) Or (Orbitale) : bony orbit contour의 최하방점
- 5) ANS (Anterior Nasal Spine) : 정중선상의 bony anterior nasal spine의 최첨점
- 6) PNS (Posterior Nasal Spine) : 구개골의 구개돌기의 최후방점
- 7) A (Subspinale) : 정중선상의 상악골의 전연의 최심부
- 8) B (Supramentale) : symphysis 전연의 최심부
- 9) Pog (Pogonion) : symphysis 최전방점
- 10) Go (Gonion) : 하악하연과 하악지 후연의 교차점
- 11) Me (Menton) : chin contour의 최하방점

- 12) Ar (Articulare) : 하악지 후연과 측두골 기저부의 교차점
- 13) U1 (Upper incisor) : 상악 중절치의 절단연
- 14) U6 (Upper 1st molar) : 상악 제 1 대구치의 근심협측교두의 정점
- 15) L1 (Lower incisor) : 하악 중절치의 절단연
- 16) L6 (Lower 1st molar) : 하악 제 1 대구치의 근심협측교두의 정점
- 17) SN plane : Sella turcica와 Nasion을 연결한 선
- 18) FH plane : Porion과 Orbitale를 연결한 선
- 19) Palatal plane : ANS와 PNS를 연결한 선
- 20) Occlusal plane : 상하악 절치의 절단연의 이등분점과 상하악 제 1 대구치의 교두접촉점의 중심을 연결한 선
- 21) Mandibular plane : Gonion과 Menton을 연결한 선

나. 계측항목

- 1) SNA (degree)
- 2) SNB (degree)

표 3-2. B군 계측항목의 평균, 표준편차 및 성별 유의성 검정

	Class I					Class II				
	Male		Female		t-value	Male		Female		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
SN/FH	8.07	2.64	8.02	2.50	0.07	8.25	2.79	8.43	1.94	0.26
SN/MP	35.73	5.32	38.04	4.99	1.51	38.35	5.42	37.98	3.68	0.27
FH/PP	1.00	2.46	2.10	2.50	1.32	2.94	4.90	0.90	1.65	2.00
FH/OP	10.96	3.26	12.36	4.01	1.32	12.97	4.83	12.39	2.70	0.53
FH/MP	27.66	4.62	30.02	3.80	1.87	30.10	6.03	29.55	3.49	0.39
Gonial angle	121.92	6.72	124.42	5.93	1.32	123.02	5.70	123.11	6.83	0.05

	Class III					Total				
	Male		Female		t-value	Male		Female		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
SN/FH	8.02	2.21	8.81	1.88	1.23	8.12	2.55	8.42	2.11	0.74
SN/MP	35.30	5.55	37.37	6.57	1.09	36.53	5.52	37.80	5.09	1.39
FH/PP	0.57	2.46	1.67	2.84	1.33	1.56	3.62	1.53	2.65	0.05
FH/OP	9.68	3.40	11.14	4.29	1.21	11.30	4.09	11.98	3.69	1.00
FH/MP	27.28	5.71	28.56	6.43	0.67	28.41	5.53	29.38	4.69	1.10
Gonial angle	122.27	7.34	124.60	7.56	1.00	122.41	6.50	124.01	6.73	1.41

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

- 3) ANB (degree)
- 4) Wits appraisal (mm)
- 5) SN/FH (degree)
- 6) SN/MP (degree)
- 7) FH/PP (degree)
- 8) FH/OP (degree)
- 9) FH/MP (degree)
- 10) Gonial angle (degree)

유의성 검정을 위하여 ANOVA test를 시행하였고 다중 검정으로 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

- 3. 각 부정교합군 내에서 골성속도에 따른 계측항목의 통계적 유의성을 검증하기 위하여 ANOVA test를 시행하였고 다중 검정으로 Duncan's multiple range test를 시행하였다.

다. 통계 처리

계측된 자료를 SAS 6.04 program을 이용하여 다음의 항목들을 통계처리하였다.

- 1. 각 부정교합군 내에서 남녀별 계측항목의 평균과 표준편차를 구하고 성별간 통계적 유의성 검정을 위하여 t-test를 시행하였다.
- 2. 각 골성속도군 내에서 계측항목의 부정교합군 간

III. 연구 결과

1. 계측항목의 남녀 유의성 비교

계측항목의 남녀별 평균과 표준편차를 구하였다 (표 3-1, 2, 3). A, B군에서는 세 부정교합군 모두에서 계측항목의 남녀 간 통계적 유의성이 없으나, C군에서는 II급 부정교합군에서 SN/MP와 FH/MP가 유의수준(α) 0.01에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으

표 3-3. C군 계측항목의 평균, 표준편차 및 성별 유의성 검정

	Class I					Class II				
	Male		Female		t-value	Male		Female		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
SN/FH	8.24	2.73	7.85	2.41	0.50	8.39	2.40	8.92	2.34	0.76
SN/MP	35.44	6.90	37.83	5.55	1.24	35.08	5.82	40.10	5.45	3.06**
FH/PP	0.17	3.19	1.27	2.34	1.27	1.90	2.26	1.31	2.86	0.77
FH/OP	9.05	4.28	9.80	2.89	0.66	10.28	3.24	11.36	4.90	0.83
FH/MP	27.20	5.61	29.98	4.82	1.73	26.69	5.88	31.18	5.29	2.77**
Gonial angle	122.40	7.31	123.88	7.07	0.67	120.56	7.12	123.06	6.39	1.28

	Class III					Total				
	Male		Female		t-value	Male		Female		t-value
	Mean	S.D.	Mean	S.D.		Mean	S.D.	Mean	S.D.	
SN/FH	8.40	2.49	9.03	2.03	1.00	8.34	2.52	8.68	2.28	0.83
SN/MP	33.46	5.49	37.03	5.57	2.33*	34.60	6.08	38.44	5.61	3.94**
FH/PP	0.01	4.07	0.75	2.60	0.78	0.59	3.39	1.10	2.62	1.01
FH/OP	7.43	2.94	9.52	2.97	2.55*	8.79	3.68	10.31	3.87	2.43*
FH/MP	25.06	5.34	28.00	6.08	1.85	26.25	5.59	29.76	5.56	3.77***
Gonial angle	119.29	7.57	124.66	7.62	2.55*	120.72	7.38	123.83	6.95	2.60*

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001

며 III급 부정교합군에서 SN/MP, FH/OP, Gonial angle이 유의수준(α) 0.05에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

2. 계측항목의 부정교합군 간 유의성 비교

SN/FH는 A, B, C군의 남녀 모두에서 부정교합군에 따른 통계적 유의차가 없는 것으로 나타났다. A군에서는 SN/MP, FH/OP, FH/MP가 남녀 모두에서 부정교합군에 따른 통계적 유의성이 있게 나타났으며 B군에서는 FH/PP, FH/OP가, C군에서는 FH/OP가 남자에서만 부정교합군 간에 유의차가 있게 나타났다(표 4-1, 2, 3).

3. 계측항목의 골성속도에 따른 유의성 비교

SN/FH, FH/PP는 I, II, III급 부정교합군의 남녀 모

두에서 골성속도에 따른 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났다. I급 부정교합군에서는 FH/OP가 남녀 모두에서 골성속도에 따라 유의차가 있는 것으로 관찰되었고 II급 부정교합군에서는 SN/MP, FH/OP, FH/MP, Gonial angle이 남자에서만 골성속도에 따라 유의한 차이를 보였으며, III급 부정교합군에서는 FH/OP, Gonial angle이 남자에서 골성속도에 따른 통계적 유의성이 있는 것으로 나타났다(표 5-1, 2, 3).

IV. 총괄 및 고찰

교정치료의 진단과 치료계획을 위해 많은 분석법이 소개되어 왔으며 여러 기준선들이 설정되어 사용되어 왔다^{18,22,26,40,46,47}. 가장 많이 사용되고 있는 기준선은 SN 평면과 FH 평면이지만 두 평면 모두 장단점을 가지고 있으며 모두 많은 논란이 되고 있다. SN 평면을 기준으로 하는 경우 개인의 두개저의 경사도

표 4-1. A군에서 계측항목의 부정교합군 간 유의성 검정

	Male		Female		Total	
	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping
SN/FH	0.55	AAA	1.80	AAA	2.06	AAA
SN/MP	6.37**	BAB	5.50**	BAB	12.21***	BAB
FH/PP	0.06	AAA	0.25	AAA	0.22	AAA
FH/OP	10.52***	BAC	5.18**	AAB	12.74***	AAB
FH/MP	6.76**	aAB	4.92**	aAB	12.23***	BAC
Gonial angle	0.34	AAA	1.55	AAA	1.79	AAA

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001
 Duncan Grouping - 순서 : I, II, III 크기 :A>B>C
 a : 좌우 인접군과는 유의차가 없음.

표 4-2. B군에서 계측항목의 부정교합군 간 유의성 검정

	Male		Female		Total	
	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping
SN/FH	0.05	AAA	0.70	AAA	0.29	AAA
SN/MP	2.29	AAA	0.10	AAA	1.56	AAA
FH/PP	3.19*	aAB	1.13	AAA	0.90	AAA
FH/OP	4.28*	aAB	0.76	AAA	4.07*	aAB
FH/MP	1.95	AAA	0.50	AAA	1.63	AAA
Gonial angle	0.19	AAA	0.30	AAA	0.05	AAA

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001
 Duncan Grouping - 순서 : I, II, III 크기 :A>B>C
 a : 좌우 인접군과는 유의차가 없음.

표 4-3. C군에서 계측항목의 부정교합군 간 유의성 검정

	Male		Female		Total	
	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping
SN/FH	0.03	AAA	1.75	AAA	1.05	AAA
SN/MP	0.77	AAA	2.19	AAA	2.71	aAB
FH/PP	2.14	AAA	0.34	AAA	2.08	AAA
FH/OP	3.82*	aAB	1.77	AAA	5.60**	BAB
FH/MP	1.03	AAA	2.26	AAA	3.18*	aAB
Gonial angle	1.17	AAA	0.34	AAA	0.35	AAA

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001
 Duncan Grouping - 순서 : I, II, III 크기 :A>B>C
 a : 좌우 인접군과는 유의차가 없음.

표 5-1. I급 부정교합군에서 골성속도에 따른 계측항목의 유의성 검정

	Male		Female		Total	
	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping
SN/FH	0.06	AAA	0.04	AAA	0.01	AAA
SN/MP	1.54	AAA	0.19	AAA	0.55	AAA
FH/PP	0.65	AAA	1.58	AAA	1.36	AAA
FH/OP	5.82**	AAB	6.89**	AAB	13.23***	ABC
FH/MP	2.26	AAA	0.34	AAA	0.76	AAA
Gonial angle	3.20*	ABB	0.21	AAA	1.09	AAA

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001
 Duncan Grouping - 순서 : A, B, C 크기 :A>B>C
 a : 좌우 인접군과는 유의차가 없음.

표 5-2. II급 부정교합군에서 골성속도에 따른 계측항목의 유의성 검정

	Male		Female		Total	
	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping
SN/FH	0.11	AAA	0.70	AAA	0.58	AAA
SN/MP	6.76**	AAB	1.79	AAA	3.94*	ABB
FH/PP	2.77	BAa	0.16	AAA	1.00	AAA
FH/OP	6.72**	AAB	0.96	AAA	6.83**	AAB
FH/MP	6.32**	AAB	0.96	AAA	3.28*	AaB
Gonial angle	6.91**	ABB	0.65	AAA	5.98**	ABB

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001
 Duncan Grouping - 순서 : A, B, C 크기 :A>B>C
 a : 좌우 인접군과는 유의차가 없음.

표 5-3. III급 부정교합군에서 골성속도에 따른 계측항목의 유의성 검정

	Male		Female		Total	
	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping	F value	Duncan Grouping
SN/FH	0.20	AAA	0.08	AAA	0.21	AAA
SN/MP	2.22	AAA	0.22	AAA	0.73	AAA
FH/PP	0.22	AAA	0.54	AAA	0.54	AAA
FH/OP	4.81*	AAB	1.21	AAA	5.03**	AAB
FH/MP	2.47	AAA	0.22	AAA	1.05	AAA
Gonial angle	9.69***	ABB	0.37	AAA	6.52**	ABB

* P<0.05, ** P<0.01, *** P<0.001
 Duncan Grouping - 순서 : A, B, C 크기 :A>B>C
 a : 좌우 인접군과는 유의차가 없음.

에 따른 오차의 발생이 문제가 될 수 있고 FH 평면의 경우 환자들의 실제 수평선과 가장 근접한 것으로 알려져 있으나 해부학적인 porion을 계측하기가 어렵고 악안면 기형이 심한 환자에서는 진성 수평 기준선과 차이가 많을 수 있기 때문에 이에 대한 대안으로 SN 평면과 FH 평면이 이루는 각의 평균치인 6-7° 되게 SN 평면에 선을 그어 사용하기도 한다.

성장기 아동에서는 신체 발육 단계의 평가가 선행되어야 하는데 이러한 신체 발육상태는 개인간의 차이나 변이가 뚜렷하여 연대 연령으로는 평가할 수 없으며 비슷한 신체발육을 보이는 경우에도 실제 골성속도는 상당한 차이를 보이는 경우가 많아서 개인의 신체 성숙도를 평가하는 지표로서 신장, 치아 성숙도, 여러 부위의 골성속도, 이차 성장의 출현 등이 사용되어 왔다.^{2,3,8,13,15,32,33,35,36,52,54)}

1842년 Quetelet⁴⁵⁾는 인체 발육을 분석하는 법을 처음 제시하였으며, Hellman³⁵⁾은 안면의 여러 구성부분에서 서로 다른 성장속도가 악안면 균형의 변화를 일으키는 것은 성장 및 발육의 역할이며 이는 교정치료에 밀접한 영향을 준다고 하였다. Björk과 Helm¹⁵⁾, Tanner 등⁵²⁾은 신장의 누년적 계측치를 통해 각 개인의 신체 성숙도를 평가하였으나 오랜 기간 정기적으로 측정하여야 하며 최대 성장기가 지난 후에야 파악될 수 있다는 문제점이 있고, 치아 성숙도는 개인적 변이가 남, 녀 아동 모두에서 커서 사춘기 최대 성장기의 지표로는 유용하지 않다고 보고되고 있다.

1939년 Todd⁵⁴⁾에 의해 수완부골 방사선 사진의 임상적 응용이 제시된 이래 수완부골 방사선 사진은 촬영이 간편하고 판독이 용이하므로 근래에 가장 널리 사용되고 있다. Greulich 와 Pyle³³⁾은 수완부의 표준 골령으로 광범위한 표준도해를 작성하였고 Tanner 등⁵²⁾은 각각의 골성속도를 점수화하여 골성속 지수를 산출하는 TW1 및 TW2 방법을 보고하였으며, Grave 와 Brown³²⁾은 수완부의 9 부위에서 일어나는 골화 순서에 따라 14 단계로 구분하였으며 Fishman²⁹⁾은 종적, 횡적 연구를 통한 SMA(Skeletal Maturation Assessment)를 제시하였다.

사춘기 최대 성장기는 Fishman²⁹⁾에 따르면 남자는 SMI 6, 여자는 SMI 5에서, Hägg와 Taranger³⁶⁾에 의하면 남녀 모두 SMI 6에서 가장 많이 관찰된다고 하였으며, 국내의 연구로는 박과 서⁸⁾가 남자는 SMI 5-6, 여자는 SMI 6 단계라고 보고하였고, 오와 양¹¹⁾은 남자는 SMI 4-5에서, 여자는 SMI 6에서 사춘기 최대 성장이 관찰되었고 모지척측 종자골의 출현

(SMI 4)은 남자에서는 최대 성장기보다 약 7개월 전에, 여자에서는 14개월 전에 발생한다고 하였다. Hägg와 Taranger³⁶⁾는 초경은 신장의 최대 성장기가 지나고 1.1년 후에 나타나며 여아에서 DP3-I 단계(중지의 원심부 지질의 골단과 골간이 융합하는 시기)는 신장의 최대 성장기가 지났음을 의미한다고 하였다. 국내의 연구로 장과 정¹³⁾은 초경시 골성속도가 대부분 SMI 7(52.4%)과 SMI 8(38.1%)을 나타냈다고 하였고, 김 등²⁾은 초경시 골성속도를 조사한 연구에서 SMI 7이 45.10%, SMI 8이 27.45%라고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 Fishman의 SMA 체계를 이용하여 골성속도를 평가한 후 사춘기 최대 성장기 이전을 SMI 1-4로 보아 A군으로, 사춘기 최대 성장기로 예상되는 SMI 5-7을 B군으로, 최대 성장기가 지난 SMI 8-11을 C군으로 분류하였다.

또한 초진시 ANB를 기준으로 하여 부정교합을 분류하였는데 박과 손⁷⁾의 연구에 의하면 ANB는 남녀 모두에서 연령이 증가함에 따라 감소한다고 하였으며 청소년기 아동의 경우 평균 ANB는 3°이며 표준편차는 1.5° 정도였으며, 보다 어린 나이의 아동에서는 평균 ANB가 3.5° 정도였다. 따라서 본 연구에서는 이를 기준으로 C군에서는 1.5° 이상 4.5° 이하를 I급 부정교합군, 5.0° 이상을 II급 부정교합군, 1.0° 이하를 III급 부정교합군으로 분류하였고, A, B군에서는 2.0° 이상 5.0° 이하를 I급 부정교합군, 5.5° 이상을 II급 부정교합군, 1.5° 이하를 III급 부정교합군으로 분류하였다. 박과 손의 연구에서는 남자에서 평균 ANB가 여자보다 크다고 보고되었으나 성 등⁹⁾의 연구에서는 여자에서 남자보다 누년적인 평균 ANB가 크다고 보고되었으므로 본 연구에서는 남녀에서의 분류 기준을 동일하게 설정하였다.

최근까지 많은 교정 문헌에서 두개부의 기준선으로 SN 평면과 6-7°를 이루는 선이 비교적 많이 사용되었는데 이것은 생리적인 진성 수평 기준선으로 알려진 FH 평면과 재현성이 높은 SN 평면이 이루는 각의 평균 통계치가 6-7°라는 사실에 근거를 둔 것이다.^{22,39,44)} 그러나 이것은 서양인의 평균치이므로 한국인에서의 SN 평면과 FH 평면이 어느 정도 차이를 보이는가와 부정교합이나 연령, 성별에 따른 차이가 있는가를 분석하여 이를 근거로 하여 두부방사선 계측분석에 사용하는 것이 필요할 것이다.

김 등¹⁾은 총 600여명을 대상으로 시행한 한국 성인의 측모두부 수평 기준선에 관한 최근의 연구에서 SN 평면과 FH 평면이 이루는 각도는 골격성 부정교

합에 따른 차이가 없다고 하였으며 김과 이⁴⁾는 성인을 대상으로 한 III급 부정교합자에 대한 안모 유형의 연구에서 III급 부정교합군과 I급 부정교합군의 SN/FH 각도는 각각 7.37°, 7.51°로서 두 집단 간에 통계적 유의성이 없다고 하였다. 그러나 김 등¹⁾은 SN/FH 각도가 남녀 간에는 세 부정교합군 모두에서 차이를 보여 남자는 $7.47^\circ \pm 2.40^\circ$, 여자는 $8.93^\circ \pm 2.72^\circ$ 라고 하였으며, 이와 손¹²⁾, 성 등¹⁰⁾도 성인 정상교합자의 SN/FH 각도는 여자가 남자보다 2°정도 유의성 있게 크므로 남자와 여자의 수평 기준선이 다르게 설정되어야 함을 보여 주었다. 하지만 성인 II급 부정교합자의 SN/FH 각도에 대해서 남과 정⁵⁾은 남자에서는 8.37°, 여자에서는 9.14°로 거의 차이가 없음을 보여 주었다. 본 연구에서 SN 평면과 FH 평면이 이루는 각도는 A, B, C군 모두에서 부정교합 및 성별에 따른 차이를 보이지 않아 남자는 $8.27^\circ \pm 2.31^\circ$, 여자는 $8.59^\circ \pm 2.24^\circ$, 전체에서는 $8.42^\circ \pm 2.28^\circ$ 를 나타내었다.

Brodie²⁰⁾는 21명의 남자를 대상으로 생후 3개월부터 8세까지의 두부방사선 규격사진을 이용한 누년적 연구에서 nasal floor, occlusal plane, mandibular plane은 성장 중 전두개저 평면과 일정한 각도를 유지한다고 하였다. 즉 두개 안면부의 형태 유전적인 경향은 출생후 3개월이나 그전에 확립되며 그 후는 변하지 않는다고 하였다. Björk와 Skieller¹⁶⁾는 nasion이나 sella는 성장과 함께 그 위치가 변화하므로 교정치료의 결과나 성장량을 평가함에 있어 성장에 의한 sella나 nasion의 이동으로 인한 부정확성을 배제하기 위해 anterior cranial base 중첩을 주장하였는데 nasion의 경우 성장과 함께 전방으로 이동하지만 상방이나 하방으로의 이동양상은 일정하지 않다고 보고하였다. Nasion의 변화는 frontal sinus의 크기 증가에 기인하며 결과적으로 상방이나 하방으로 위치가 변화하고 frontal bone이 nasal bone과 함께 성장을 하면서 대개는 전하방으로 이동을 하는데 드물게는 SN line을 따라 성장하기도 하고 전상방으로 성장하기도 한다고 하였다. 이는 Melsen⁴¹⁾에 의해서도 보고된 바 있는데, 성장을 하면서 sella의 후방벽을 이루는 clinoid process와 sella turcica의 floor 부위는 흡수되고 tuberculum sella 부위는 풀이 형성되어 결과적으로 sella는 후하방으로 이동하는 현상이 일어난다고 하였다. Isrei와 Solow³⁷⁾는 8세에서 25세의 여자 14명의 metallic implant를 이용한 측모두부규격 방사선 사진을 이용한 누년적 연구에서 orbital floor는 남녀 모두에서 전두개저에 대해 일정한 경사도를 유지

하였음을 보고하였다. SN plane의 경사도는 성장을 하는 동안 다소 감소하리라 추측되나 그 변화가 종적으로 연구된 것은 아직 없으므로 그 변화정도를 알 수는 없었으며 본 연구의 성장기 아동의 SN/FH 각도가 성인에서의 SN/FH 각도와 거의 비슷한 것으로 보아 SN/FH 각도는 성장하는 동안 비교적 일정하게 유지되는 것으로 사료된다. 하지만 성인에서는 성별에 따른 차이를 보여주고 있으나 성장기 아동에서는 남녀에 따른 차이가 나타나지 않았는데 이에 대한 이유는 확실히 규명할 수 없었다.

Brodie²⁰⁾는 성장하는 동안 두개저에 대한 구개평면의 경사도가 다른 기준면보다 더욱 안정적인 관계를 가진다고 하였으며 Burstone²¹⁾은 똑바로 서 있는 상태에서 구개평면이 수평적인 위치와 매우 근접하며 ANS와 PNS를 연결함으로써 쉽게 형성해 줄 수 있으므로 기준선으로 사용하기에 유용하다고 하여 구개평면을 기준선으로 사용하였다. 김 등¹⁾은 FH 평면과 구개평면이 이루는 각은 부정교합에 따른 차이없이 비교적 일정하여 남자는 2.06°, 여자는 1.42°로서 남녀 간에는 차이가 없다고 하였으며 남과 정⁵⁾도 I급 부정교합군과 II급 부정교합군의 FH/PP 각도가 0.13-1.15°로서 남녀 및 부정교합군 간 유의차가 없다고 하였다. 박과 손⁷⁾은 6세에서 13세 까지 7년간 FH/PP 각도는 남녀 모두에서 거의 변화없이 일정한 각도를 유지하였음을 보여주었으며 황 등¹⁴⁾은 6-17세 아동의 성장과 발육에 관한 준중단적 연구에서 이 각도의 안정성을 보여준 바 있는데, 본 연구에서도 FH/PP 각도는 성별, 부정교합, 골성숙도에 따른 유의차가 매우 적은 것으로 관찰되었다.

하악평면의 전방 경사도를 보여주는 SN/MP 각도와 FH/MP 각도는 여자가 남자보다 더 크다고 보고된 바 있으나^{1,10)} 본 연구에서는 A, B군에서는 통계적 유의성이 없었으며 C군에서만 여자가 남자보다 더 크게 나타났다. 남과 정⁵⁾은 II급 부정교합군의 하악평면의 전방 경사도가 I급 부정교합군보다 더 크다고 하였으며 김과 이⁴⁾는 III급 부정교합군의 SN/MP 각도가 35.46°로서 정상교합군의 33.23°에 비해 크다고 하였으며 김 등¹⁾도 II급 부정교합군과 III급 부정교합군이 I급 부정교합군보다 큰 각도를 나타내었음을 보고하였는데 골격성 부정교합이 존재할 경우가 정상인 경우 보다도 하악평면의 전방경사가 더 커지는 것은 전안면 수직고경의 증가와 관계가 있다고 하였다. 본 연구에서는 B군과 C군에서는 부정교합에 따른 SN/MP와 FH/MP 각도의 차이가 없었으나 A군에서

는 II급 부정교합군이 I급 부정교합군과 III급 부정교합군에 비해 더 큰 SN/MP, FH/MP 각도를 가지는 것으로 나타났다. A군의 환자에서 II급 부정교합을 보이는 경우 대부분이 습관이나 이비인후과적인 문제를 동반하여 상악골이 협소해진 경우가 많으며 이로 인한 하악골의 후하방 회전 등에 의한 전안면 고경의 증가가 이러한 결과를 보인 것으로 사료된다. 박과 손⁷⁾은 6-13세까지의 7년간 SN/MP 각도가 남녀 모두에서 유의성 있게 1.86° 정도 감소하였다고 하였으며 황 등¹⁴⁾은 6-17세까지 FH/MP 각도가 남녀 모두 6-9° 정도 감소하였으며 이는 하악골의 하악지와 하악과두의 성장에 따른 결과인 듯 하다고 하였는데 본 연구에서는 성장에 따른 SN/MP, FH/MP 각도의 변화는 보여주지 못했으며 이는 개인의 누년적 변화가 아닌 cross-sectional study로 인한 sample의 다양성이 영향을 준 것으로 생각된다.

정상교합자의 교합평면 경사도에 관한 연구에서 Björk¹⁷⁾은 성인에서 두개기저에 대한 교합평면의 경사도가 48.1°에서 21.5°까지 다양하다고 하였고 Downs²⁶⁾은 12-17세의 정상교합자에서 FH 평면에 대한 교합평면의 경사도는 평균 9.3°이며 retrognathic facial type에서는 급경사 양상을 보이고 prognathic facial type에서는 수평화되는 경향을 보인다고 하였으며 안면각과 매우 강한 역상관 관계를 나타낸다고 하였다. 본 연구에서도 부정교합에 따른 FH/OP 각도는 A군에서는 남녀 모두 II급 부정교합군이 III급 부정교합군보다 큰 수치를 보여주고 있으며 B, C군에서도 특히 남자에서 II급 부정교합군이 III급 부정교합군 보다 큰 것으로 나타나서 FH/OP 각도가 안면각과 관계가 있음을 알 수 있었다. FH/OP 각도는 A, B군에서 보다 C군에서 감소하는 것으로 나타나서 성장에 따라 FH 평면에 대한 교합평면의 경사도가 감소하는 것으로 관찰되었다.

성 등⁹⁾은 연령증가에 따라 Gonial angle이 감소되는데 이는 하악골이 두개저에 대해 전상방으로 회전되기 때문이라고 하였으며 황 등¹⁴⁾도 Gonial angle은 성장과 함께 감소하는 양상을 보인다고 하였는데 출생 후 Gonial angle은 급격한 경사를 이루지만 점차적인 하악지의 길이 성장과 과두의 성장을 통하여 정상적인 하악골의 각도와 형태를 이루어 경사가 완만해진다고 하였다. 본 연구에서는 Gonial angle이 남자에서는 성장에 따라 감소하였으나 여자에서는 성장에 따른 차이가 없게 나타났다. 김 등¹⁾은 한국 성인의 Gonial angle은 남녀 간 유의성은 인정되지 않으나

부정교합군 간 비교에서는 III급 부정교합군에서 더 크며 이는 III급 부정교합자에서 하악골의 전방위치가 더 많기 때문일 것으로 추정하였으나 남과 정⁵⁾은 I급 부정교합군과 II급 부정교합군 남녀에서 유의차가 없다고 하였는데, 본 연구에서 Gonial angle은 부정교합 및 성별에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다.

측모두부규격 방사선 계측이 교정학에 도입된 지 60여 년이 되었고 그 동안 측모두부규격 방사선의 측정오차에 관한 많은 연구가 있어 왔으나 교정환자의 진단을 위해 측모두부규격방사선 계측만큼 많은 정보를 제공하는 진단 방법이 없는 것이 현실이다.

따라서 정확한 기준선의 설정이 환자의 치료계획 및 결과의 평가에 매우 중요하므로 성장기 아동의 골성속도를 평가하여 이 연구를 시행하였으며 이 연구의 결과에 따른 기준선을 설정하였을 때와 기존의 SN/FH 각도가 6-7°인 수평 기준선과의 유의차를 검증해보는 것이 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

환자의 진단이나 치료계획 수립 및 치료의 결과를 평가하기 위해서 현재까지 여러 가지 수평 기준선들이 사용되고 있으나 그 정확성과 재현성이 문제가 되고 있으며 기존의 연구도 서양인을 대상으로 한 수평 기준선을 사용한 경우가 대부분이다. 특히 성장이 완료된 후의 상태를 평가하는 성인 환자와는 다르게 성장기 아동에서는 발육단계에 따라 수평 기준선이 변화될 수 있으므로 이를 고려한 수평 기준선의 설정이 필요할 것이다.

이에 본 연구에서는 성장기 아동의 골성속도와 부정교합군 및 성별에 따른 Sella-Nasion (SN) 평면과 Frankfort-Horizontal(FH) 평면이 이루는 각도와 FH 평면과 다른 수평면 간의 관계를 조사하기 위해 교정 치료를 받은 경험이 없는 성장기 남녀 아동 540명을 대상으로 수완부골 방사선 사진과 측모두부 방사선 사진을 촬영하였으며, SMA(Skeletal Maturity Assessment)를 이용하여 골성속도에 따라 SMI 1-4를 A군, SMI 5-7을 B군, SMI 8-11을 C군으로 분류하고, 측모두부규격 방사선 사진 계측결과 부정교합 분류에 따라 골격성 I급 부정교합군, 골격성 II급 부정교합군, 골격성 III급 부정교합군의 세 군으로 분류한 후 10개의 항목을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. SN 평면과 FH 평면이 이루는 각도는 골성속도와

- 부정교합 및 성별에 따른 차이를 보이지 않았다.
2. SN 평면과 FH 평면이 이루는 각도는 남자는 $8.27^\circ \pm 2.31^\circ$, 여자는 $8.59^\circ \pm 2.24^\circ$, 전체에서는 $8.42^\circ \pm 2.28^\circ$ 였다.
 3. FH 평면과 구개평면이 이루는 각은 골성속도, 부정교합 및 성별에 따른 차이를 보이지 않고 비교적 일정하였다($1.09^\circ \pm 3.21^\circ$).

참 고 문 헌

1. 김경호, 백형선, 김진갑. 한국 성인의 측모두부 수평 기준선에 관한 연구. 대치교정지 1998 : 28 : 865-875.
2. 김경호, 백형선, 손은수. 부정교합 분류에 따른 초경시기와 골성속도에 관한 연구. 대치교 정지 1998 : 28 : 581-89.
3. 김경호, 유형석, 김석현. 다중회귀 모형을 이용한 수완부 골성속도의 추정에 관한 연구. 대치교정지 1997 : 27 : 853-64.
4. 김수철, 이기수. III급 부정교합자의 안모유형에 관한 연구. 대치교정지 1990 : 20 : 569-89.
5. 남동석, 정미향. 성인 II급 환자의 안면 수직고경 및 교합평면의 특징에 관한 두부 방사 선학적 연구. 대치교 정지 1998 : 28 : 255-68.
6. 박소연, 손병화. 골격성 III급 부정교합을 가진 악교정 수술 환자에서 술전, 술후 Head Posture 변화에 관한 연구. 연세대학교 교정학 석사논문 1997.
7. 박인옥, 손병화. 악골의 전후방적 관계를 평가하는 계측치 변화에 관한 누년적 연구. 대 치교정지. 1989 : 19 : 137-51.
8. 박진성, 서정훈. 정상교합자의 사춘기 성장과 수완부골 성숙단계에 관한 연구. 대치교정지 1985 : 15 : 197-211.
9. 성재현, 권오원, 경희문, 박경덕. 한국인 두개 안면골 성장변화에 관한 누년적 연구. 대치 교정지 1992 : 22 : 491-507.
10. 김정옥, 경희문, 권오원, 성재현. 외과적 악교정술을 위한 두부방사선학 계측 기준치. 대 치교정지 1989 : 19 : 169-85.
11. 오희수, 양규호. 정상교합자의 사춘기 성장과 수완부골 성숙단계, 치아석회도 및 악골 성 장에 관한 연구. 대소 치학지 1992 : 19 : 492-506.
12. 이원유, 손병화. 한국 성인 정상교합자의 악안면 정상치에 관한 두부방사선 계측학적 연구. 대치교정지 1984 : 14 : 135-49.
13. 장연희, 정규립. 초경 시기와 골성속도에 관한 연구. 대 치교정지 1995 : 25 : 415-23.
14. 황충주, 길재경, 임선아. 한국인 6-17세 아동의 성장과 발육에 관한 준종단적 연구. 대치 교정지 1996 : 26 : 469-85.

15. Björk A, Helm S. Prediction of age of maximum pubertal growth in body height. Angle Orthod 1967 : 37 : 134-43.
16. Bjök A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible : a synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. Eur J Orthod 1983 : 5 : 1-46.
17. Björk A. The nature of facial prognathism and its relation to normal occlusion of the teeth. Am J Orthod 1951 : 37 : 106-24.
18. Björk A. Facial development and tooth eruption ; an implant study at the age of puberty. Am J Orthod 1972 : 62 : 339-83.
19. Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontics. Angle Orthod 1931 : 1 : 45-66.
20. Brodie AG. On the growth pattern of the human head : From the third month to the eighth year of life. Am J Anat 1941 : 68 : 209-62.
21. Burstone CJ. The integumental profile. Am J Orthod 1958 : 44 : 1-25.
22. Burstone CJ, James RB, Legan HL et al. Cephalometrics for orthognathic surgery. J Oral Surg 1978 : 36 : 269-77.
23. Cooke MS, Wei SHY. An improved method for the assessment of the sagittal ske- letal pattern and its correlation to previous methods. Eur J Orthod 1988 : 10 : 122-27.
24. Cooke MS. The reproducibility of natural head posture : A methodological study. Am J Orthod 1988 : 93 : 280-88.
25. Cooke MS. Five-year reproducibility of natural head posture : A longitudinal study. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990 : 97 : 489-94
26. Downs WB. Variations in facial relationships : their significance in treatment and prognosis. Am J Orthod 1948 : 34 : 812-40.
27. Drummond RA. A determination of cephalometric norms for the Negro race. Am J Orthod 1968 : 54 : 670-82.
28. Ellis E III, McNamara JA Jr. Cephalometric reference planes—sella nasion vs Frankfort horizontal. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1988 : 3 : 81-7.
29. Fishman LS. Radiographic evaluation for skeletal maturation. Angle Orthod 1982 : 52 : 88-112.
30. Graber LW. Hyoid changes following orthopedic treatment of mandibular prognath- ism. Angle Orthod 1978 : 48 : 33-8.
31. Gracia CJ. Cephalometric evaluation of Mexican

- Americans using the Downs and Steiner analyses. *Am J Orthod* 1975 : 68 : 67-74.
32. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod* 1976 : 69 : 611-9.
33. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford : Stanford University Press, 1959.
34. Hamway TA, Pangrazio-kulbersh V. Surgical correction of skeletal Class III malocclusions using cranial base length (corrected and uncorrected) as a reference. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995 : 10 : 27-33.
35. Hellman M. Some biologic aspects : their implications and application in orthodontic practice. *Int J Orthod Oral Surg* 1937 : 23 : 761-85.
36. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1982 : 82 : 299-309.
37. Isrei H, Solow. Average surface remodeling of the maxillary base and the orbital floor in female subject from 8 to 25 years. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995 : 107 : 48-57.
38. Legan HL, Burstone CJ. Soft tissue cephalometric analysis for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1980 : 38 : 744-51.
39. Marcotte MR. Head posture and dentofacial proportions. *Angle Orthod* 1981 : 51 : 208-13.
40. McNamara JA Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod* 1984 : 86 : 449-69.
41. Melsen B. The cranial base. *Acta Odontol Scand* 32(suppl 62).
42. Moore JW. Variation of the sella-nasion plane and its effect on SNA and SNB. *J Oral Surg* 1976 : 34 : 24-6.
43. Nanda R, Nanda RS. Cephalometric study of the dentofacial complex of North Indians. *Angle Orthod* 1969 : 39 : 22-28.
44. Proffit WR, White RP Jr. Surgical orthodontic treatment. St. Louis, 1991, Mosby- Year Book, Inc.
45. Quetlet. A treatise on man. Edinburgh, WTR. L.V.J. chambers, 1842.
46. Ricketts RM. New perspectives on orientation and their benefits to clinical orthodontics-Part I. *Angle Orthod* 1975 : 45 : 238-48.
47. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics. *Angle Orthod* 1981 : 51 : 115-50.
48. Sandham A. Repeatability of head posture recordings from lateral cephalometric radiographs. *Br J Orthod* 1988 : 15 : 157-62.
49. Siersbæk-Nielsen S, Solow B. Intra- and interexaminer variability in head posture recorded by dental auxiliaries. *Am J Orthod* 1982 : 82 : 50-7.
50. Solow B, Tallgren A. Dentoalveolar morphology in relation to craniocervical posture. *Angle Orthod* 1977 : 47 : 157-64.
51. Steiner CC. Cephalometrics for you and me. *Am J Orthod* 1953 : 39 : 729-55.
52. Tanner JM, Whitehouse RH, Marshall WA, Healy MTR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). New York : Academic Press, 1975.
53. Timothy JT. An investigation of the variability between optic plane and Frankfort horizontal. *Am J Orthod* 1980 : 80 : 192-200.
54. Todd TW. Atlas of skeletal maturation (Part I. Hand). London, 1937.

-ABSTRACT-

A Study on Horizontal Reference Planes in Lateral Cephalogram in Korean Children

Kyung-Ho Kim, Kwang-Chul Choy, Ji-Yeon Lee

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

Various types of horizontal reference planes are used for diagnosis, treatment planning and evaluation of treatment results. But these reference planes lack accuracy and reproducibility, and are mainly for Caucasian. Unlike the adult

patients who have completed growth, the horizontal reference planes for growing children may change continuously during growth. Therefore this must be considered in selecting the horizontal reference plane.

The purpose of this study was to investigate the angle formed by the Sella-Nasion(SN) plane and Frankfort-Horizontal(FH) plane and evaluate the angle formed by FH plane and other horizontal reference planes in relation to different skeletal maturity and malocclusion types.

540 subjects with no orthodontic treatment history were chosen, and hand-wrist X-rays and lateral cephalometric X-rays were taken. According to SMA(Skeletal Maturity Assessment) of hand-wrist X-rays, the subjects were classified into 3 skeletal maturity groups ; SMI 1-4 for group A, SMI 5-7 for group B and SMI 8-11 for group C. A second classification was made according to cephalometric analysis of lateral cephalograms. The subjects were classified into 3 malocclusion groups ; Skeletal Class I, II and III malocclusion group. 10 measurements were evaluated.

The results were as follows.

1. The angle formed by the SN plane and FH plane showed no difference among skeletal maturity groups, malocclusion groups, and between sexes.
2. The angles formed by the SN plane and FH plane were $8.27^{\circ} \pm 2.31^{\circ}$ for males and $8.59^{\circ} \pm 2.24^{\circ}$ for females. The average value for females and males was $8.42^{\circ} \pm 2.28^{\circ}$.
3. The angle formed by the FH plane and palatal plane was almost constant showing no difference among skeletal maturity groups, malocclusion groups, and between sexes($1.09^{\circ} \pm 3.21^{\circ}$).

KOREA. J. ORTHOD. 1999 ; 29 : 251-265

※ **Key words** : growth and development, horizontal reference plane, Frankfort-Horizontal(FH) plane, Sella-Nasion(SN) plane