

치료시기에 따른 상악골 전방견인효과 - 사춘기전과 사춘기의 비교

김경호¹⁾ · 최광철²⁾ · 백형선³⁾ · 이지현⁴⁾

상악골 전방견인 장치를 이용한 골격성 III급 부정교합 환자의 악정형적 치료에서 치료시기는 치료효과에 지대한 영향을 미칠 수 있으며 이상적인 치료시기는 연구자에 따라 다소의 차이는 있으나 다른 형태의 부정교합보다는 다소 이른 사춘기 이전의 어린 나이라는 것이 선학들의 공통된 의견이었다. 하지만 통계적 자료들을 바탕으로 한 최근의 논문들은 과거 선학들의 의견을 뒷받침 해주는 논문과 그렇지 않은 논문들로 나뉘고 있어 이상적 치료시기에 대한 정립된 의견이 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 119명의 환자들의 수완부골 방사선 사진을 평가하여 골성속도에 따라 사춘기전군과 사춘기군으로 분류하고 치료전후 측모두부방사선 사진을 분석하여 상악골 전방견인에 대한 치료효과를 비교하였다. 평균 치료기간은 사춘기전군은 6.5개월, 사춘기군은 6.1개월이었으며 치료전후의 측모두부방사선 사진을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상악골의 전방이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.
2. 상악골의 하방이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.
3. 하악골의 하방이동양과 후하방회전양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.
4. 치성이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.

이상의 결과로 사춘기전 뿐 아니라 사춘기에서도 상악골 전방견인에 의해 상악골 성장촉진과 함께 성공적인 악정형 치료가 가능함을 알 수 있었다.

(주요 단어 : 상악골 전방견인, 이상적 치료시기, 골성속도)

I. 서 론

상악골 전방견인 장치는 골격성 III급 부정교합 환

자의 악정형적 치료시 널리 사용되는 장치이다. 상악골의 전방견인에 의해 상악골융합 및 상악골 주위융합이 분리되고 골이 침착되는 것이 여러 동물 실험들에서 관찰된 바 있으며¹⁻³⁾ 임상적으로도 상악골 전방견인장치를 통해 악골관계가 성공적으로 개선될 수 있다는 것이 입증되었으며 이는 상악골의 전방이동과 하악골의 후하방 회전으로 이루어진다고 하였다.⁴⁻¹¹⁾ 이처럼 상악골 전방견인 장치의 효과에 대한 연구는 많이 시행되었으며 전반적으로 일치된 의견을 보이고 있으나 상악골 전방 견인시 이상적인 치료시기에 대해서는 아직 논란이 많은 상태이다.

1) 연세대학교 치과대학 교정학교실, 부교수, 두개안면 기형연구소 연구원

2) 연세대학교 치과대학 교정학교실, 조교수, 두개안면 기형연구소 연구원

3) 연세대학교 치과대학 교정학교실, 교수, 두개안면 기형연구소 연구원

4) 연세대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생

교신저자 : 김경호

서울시 강남구 도곡동 146-92

연세대학교 치과대학 교정학교실, 영동세브란스병원

02-3497-3562 / khkim@yumc.yonsei.ac.kr

* 본 논문은 2001년도 연세대학교 학술연구비의 지원에 의해서 연구된 것임.

Table 1. Number of subjects according to SMI stage

SMI	Prepubertal group				Pubertal group					Total
	1	2	3	Total	4	5	6	7	Total	
Male	18	9	4	31	7	7	7	5	26	57
Female	15	9	6	30	6	11	7	8	32	62
Total	33	18	10	61	13	18	14	13	58	119

1970년대에 Face Mask를 재도입시킨 Delaire¹²⁾를 비롯하여 대부분의 선학들은 사춘기 이전의 이른 시기에 치료를 시작해야 한다고 하였다. Delaire는 이 시기에 상악골 주위 봉합이 아직 폐쇄되지 않은 것을 그 이유로 들었으며 Kambara¹⁾는 *Macaca irus* monkey의 상악골 견인시 조직학적 소견으로 상악골 주위 봉합이 분리되면서 결합조직 섬유가 신장되고 섬유를 따라 신생골이 침착되는 것을 관찰하였는데 이는 영구치열기 보다 혼합치열기에서 더 활발하게 일어난다고 하였다. Cozzani¹³⁾는 4세 경에 치료하면 구외력이 상악골의 성장방향과 일치하므로 가장 이상적이라고 하였으며 Campbell¹⁴⁾은 상악 제1대구치와 중절치 및 측절치가 맹출된 이후에 상악골을 전방 견인할 것을 추천하였다. 또한 Irie와 Nakamura⁷⁾는 Hellman's dental age II C와 III A사이를 이상적인 치료시기로 보았으며 Nanda¹⁵⁾는 사춘기 최대성장기 이전에 시작하는 것이 더 효과적이라고 하였다. 이렇듯 70-80년대에 발표된 논문들의 공통된 의견은 사춘기 이전의 어린 나이에 치료를 시작해야 한다는 것이었으며 이와 같은 생각은 최근까지도 이어져 Class III 환자의 악정형적 치료는 가급적 조기에 시행되고 있다. 하지만 위의 연구들은 사춘기 이전에 치료한 증례와 그 이후에 치료한 증례를 통계학적으로 비교한 연구는 아니었으며 단지 소수의 성공적으로 치료된 증례들을 바탕으로 이루어진 임상적 견해일 뿐이었다. 통계적 자료를 바탕으로 한 연령 군간의 비교는 90년대에 접어들면서 비로소 시도되었으며 Baccetti 등¹⁶⁾은 혼합치열초기가 혼합치열말기 보다 더 많은 상악골 전방 이동을 보이는데 이는 익상악 봉합(ptyergo-maxillary suture)부위에서의 반응 정도가 다르기 때문이라고 하였다. 한편 Baik⁴⁾, Sung과 Baik⁵⁾, 황 등⁶⁾, Merwin 등¹⁷⁾은 한 두 개의 계측치를 제외한 대부분의 치성, 골격성 계측치에서 통계학적 차이가 없다고

하였다. 또한, Kim 등¹⁸⁾은 여러 개의 논문들을 종합한 meta-analysis에서 치료 전후 변화량은 대부분의 측정치들에서 연령이 큰 군보다 더 어린 군에서 더 큰 값을 보였으나 그 차이는 크지 않았다고 하였다.

이와 같이 상악골 전방 견인시 연령에 따른 치료효과를 비교한 연구들은 서로 상반된 결과를 보이고 있으며 대부분의 연구에서 사용된 연령군의 분류기준은 연대연령이나 치령으로 이들은 개인에 따라 변이가 심하기 때문에 개인의 성장발육 상태를 반영하지 못하므로 적절한 기준이 되지 못한다. 그러나 악정형 장치의 치료효과는 환자의 성장발육 상태에 따라 크게 좌우되므로 치료연령의 분류기준은 골성속도와 같이 개인의 발육 연령을 평가할 수 있는 것이어야 한다.

이에 남녀 119명의 수완부골 방사선 사진을 통해 골성속도를 평가하여 사춘기전군과 사춘기군으로 분류하고 상악골 전방 견인시 두 군간의 치료 효과를 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

연세대학교 영동세브란스 병원 교정과에 내원하여 임상적 및 두부방사선학적 분석 결과 골격성 III급 부정교합으로 진단되어 상악골 전방견인 장치를 이용하여 치료하기로 결정된 환자중 초진시 수완부골 방사선 사진에서 Skeletal Maturity Assessment¹⁹⁾ System을 이용하여 Skeletal Maturity Indicator(SMI) 1에서 7에 해당하는 환자 119명(남자 57명, 여자 62명)을 대상으로 하였다(Table 1). SMI 1-3으로 평가된 환자 61명은 사춘기전군으로 분류하였으며, SMI 4-7로 평가된 환자 58명은 사춘기군으로 분류하였다.

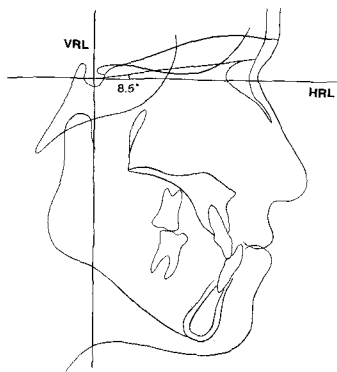


Fig. 1. Horizontal and vertical reference line.

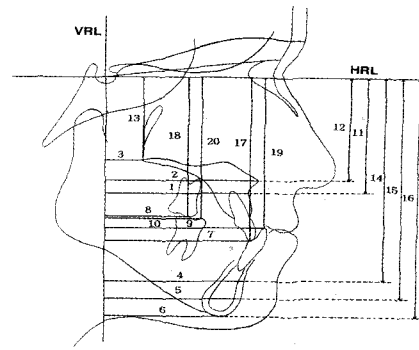


Fig. 2. Horizontal and vertical linear measurements.

2. 연구방법

가. 수완부 골성숙도 평가

Fishman이 제안한 SMI⁽³⁾에 따라 첫째, 셋째, 다섯째 수지 및 요골에 위치한 여섯 부위에서 일어나는 골성숙 과정을 11단계로 분류하였다.

나. 상악골 전방견인 장치 및 치료 방법

상악골 전방견인 장치는 Delaire type이었으며 구내 장치는 Rapid Palatal Expansion(RPE) 또는 Labiolingual appliance(La/Li)였다. 상악이 협착된 경우 RPE로 상악궁을 확장하였으며 상악골의 전상방 회전을 방지하기 위해 힘의 방향은 교합면에 대해 20°-30° 전하방이었으며 적용점은 RPE의 경우 제 1소구치, La/Li의 경우 유전치나 영구전치 부위였다. 상악골 전방견인 장치는 하루에 12-14시간 장착하도록 지시하였으며 힘의 크기는 편측당 300-400gm이었다. 치료기간은 사춘기전군의 경우 6.5개월이었으며 사춘기군은 6.1개월이었다.

다. 측모두부방사선 사진 분석

초진시 측모두부방사선 사진과 반대교합이 개선되어 상악골 전방견인 장치치료를 종료한 시기에 측모두부방사선 사진을 촬영하여 투사도를 작성하였다.

수평기준선(Horizontal Reference Line : HRL)은 Sella를 지나며 SN plane과 8.5°의 각을 이루는 선으로 하였으며 Sella를 지나며 이에 수직인 선을 수직기준선(Vertical Reference Line: VRL)으로 하였다(Fig 1). 그리고 Fig 2, 3에서와 같이 10개의 치성 및 골격성 계측점들에 대하여 이 기준선들까지의 수직거리를 0.1 mm까지 계측하였으며 6개의 각도 계측치를

0.1° 까지 계측하였다.

(1) 선 계측항목 (Fig 2)

(가) 수평적 선 계측항목

- 1) A point
- 2) ANS
- 3) PNS
- 4) B point
- 5) Pog (pogonion)
- 6) Me (menton)
- 7) MxI (maxillary incisor)
- 8) MxM (maxillary molar)
- 9) MnI (mandibular incisor)
- 10) MnM (mandibular molar)

(나) 수직적 선 계측항목

- 11) A point
- 12) ANS
- 13) PNS
- 14) B point
- 15) Pog
- 16) Me
- 17) MxI
- 18) MxM
- 19) MnI
- 20) MnM

(2) 각도 계측 항목 (Fig 3)

- 1) SNA
- 2) SNB
- 3) ANB

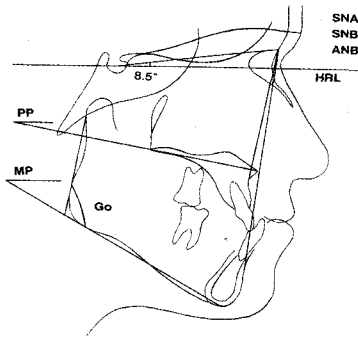


Fig. 3. Angular measurements.

- 4) PP (palatal plane angle)
- 5) MP (mandibular plane angle)
- 6) Go (gonial angle)

라. 통계처리

사춘기전군과 사춘기군에서 각각 상악골 전방전인 장치 사용전후의 평균, 표준편차를 구하고 사용전후 변화량이 남/녀 그리고 골성숙 정도에 따라 차이가 있는지 알아보기 위해 paired t-test를 이용한 유의성 검정을 시행하였다. 통계처리 내용은 다음과 같다.

- (1) 사춘기전군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정
- (2) 사춘기군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정
- (3) 사춘기전군과 사춘기군의 치료전후 변화량의 유의성 비교

III. 결 과

1. 사춘기전군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 (Table 2)

사춘기전군의 치료전후 변화량의 남녀간 유의성 검정에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으므로, 이후의 통계에서는 남녀 대상을 통합하였다.

상악골 전방전인 후 A point는 평균 2.1 mm 전방 이동되고(p<0.05) SNA는 1.8° 증가되었으며(p<0.01) 하악은 후방 이동되었으나 통계적 유의성은 없었다. 수직적으로는 ANS와 PNS 모두 하방이동되었는데 ANS의 하방이동은 통계적 유의성이 없었으며 PP angle도 감소하였으나 유의성 있는 변화는 보이

지 않았다. B point, Pogonion, Menton이 평균 2.7 mm에서 3.0 mm의 하방 이동을 하였고 MP와 Gonial angle은 유의성 있는 변화를 보이지 않았으며, SNB는 1.5° 감소하여(p<0.05) SNA의 변화와 함께 총 3.3°의 ANB 증가가 관찰되었다(p<0.001). 상악골 전방전인의 치성효과로는 상악에서 중절치의 전방이동과 제1대구치의 전방 및 하방이동이 관찰되었는데 중절치는 3.3mm, 제1대구치는 3.9mm 전방 이동되었으며 상악 제1대구치는 2.6mm 하방 이동되었다. 하악 중절치와 제1대구치는 1.8mm씩 하방이동 되었으며, 하악전치는 후방이동 되었으나 유의성은 없었다.

2. 사춘기군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 (Table 3)

사춘기군의 치료전후 변화량의 남녀간 유의성 검정에서 Pogonion을 제외한 나머지 모든 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으므로 이후의 통계에서는 남녀 대상을 통합하였다.

상악골 전방전인 후 A point는 평균 2.0 mm 전방이동되고(p<0.05) SNA는 평균 1.5° 증가되었으며(p<0.05) 하악은 후방이동 되었으나 통계적 유의성은 없었다. 수직적으로는 ANS와 PNS 모두 하방이동되었고(p<0.05) PP angle은 감소하였으나 통계적 유의성은 없었으며 B point, Pogonion, Menton이 평균 3.2 mm에서 3.5 mm의 하방이동을 보였다. MP와 Gonial angle은 유의성있는 변화를 보이지 않았으며 ANB는 평균 2.6° 증가되었다(p<0.001). 상악골 전방전인의 치성효과로는 상악에서 중절치가 2.8 mm, 제1대구치가 3.7 mm 전방이동 되었으며 상악 제1대구치는 2.9 mm 하방이동 되었다. 하악 중절치와 제1대구치는 하방이동 되었으며(p<0.05) 하악전치는 후방이동 되었으나 유의성은 없었다.

3. 사춘기전군과 사춘기군의 치료전후 변화량의 비교 (Table 4)

사춘기전군과 사춘기군의 치료 후 변화량에 관한 유의성 검정에서 SNB(p<0.05)와 ANB(p<0.01)만이 유의성있는 차이를 보였으며 그 외 항목에서는 통계적 유의성이 없게 나타났다. SNB는 사춘기전군이 1.5°, 사춘기군이 1.1° 감소하였으며 ANB는 사춘기전군이 3.3°, 사춘기군은 2.6° 증가하여 사춘기전군에서 더 많은 SNB감소와 ANB증가가 관찰되었다.

Table 2. Changes in cephalometric measurements in the prepubertal group

Variable	Pretreatment (n=61)		Posttreatment (n=61)		Change (n=61)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)							
A point	61.2	5.0	63.3	5.1	2.1	1.2	0.020 *
ANS	64.2	4.9	65.8	5.0	1.6	1.0	0.074
PNS	19.0	3.1	19.4	3.0	0.5	0.6	0.383
B point	61.1	7.3	58.9	7.5	-2.2	1.7	0.108
Pogonion	60.8	8.2	58.5	8.4	-2.3	1.9	0.130
Menton	55.0	8.6	52.5	8.8	-2.5	2.1	0.117
MxI	64.2	7.0	67.5	6.8	3.3	2.4	0.009 **
MxM	34.3	5.4	38.2	6.0	3.9	2.2	0.000 ***
MnI	66.1	6.5	64.7	6.4	-1.4	1.7	0.237
MnM	39.3	5.6	39.3	5.8	0.0	1.8	1.000
Vertical(mm)							
A point	46.3	4.2	47.6	3.9	1.2	0.8	0.096
ANS	40.9	3.8	42.1	3.6	1.2	0.8	0.086
PNS	40.2	3.2	41.9	3.2	1.7	0.8	0.005 **
B point	85.8	6.2	88.8	6.0	3.0	1.8	0.008 **
Pogonion	95.5	7.0	98.4	6.5	3.0	1.7	0.017 *
Menton	102.1	6.9	104.8	6.7	2.7	1.5	0.033 *
MxI	66.8	5.4	68.1	5.1	1.3	1.5	0.174
MxM	60.4	4.8	63.0	4.8	2.6	1.2	0.003 **
MnI	65.1	4.9	66.9	4.6	1.8	1.8	0.043 *
MnM	61.2	4.7	63.0	4.8	1.8	1.1	0.042 *
Angle(°)							
SNA	79.1	3.3	80.9	3.4	1.8	1.1	0.004 **
SNB	80.2	3.5	78.7	3.5	-1.5	1.0	0.019 *
ANB	-1.1	2.0	2.2	1.8	3.3	1.3	0.000 ***
PP	1.1	3.1	0.4	3.2	-0.6	1.0	0.264
MP	28.3	5.4	30.2	5.4	1.9	1.6	0.057
Go	126.7	5.5	126.4	5.3	-0.3	1.6	0.725

* : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

Table 3. Changes in cephalometric measurements in the pubertal group

Variable	Pretreatment (n=58)		Posttreatment (n=58)		Change (n=58)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)							
A point	64.0	4.9	66.0	5.2	2.0	0.8	0.039 *
ANS	67.3	4.8	68.9	5.1	1.6	0.8	0.084
PNS	19.7	3.2	20.3	3.3	0.5	0.5	0.369
B point	64.5	7.2	62.9	7.3	-1.6	2.0	0.236
Pogonion	64.5	8.0	62.8	8.2	-1.7	2.3	0.264
Menton	58.0	8.3	56.3	8.4	-1.7	2.4	0.263
MxI	70.0	6.5	72.7	6.6	2.8	1.8	0.025 *
MxM	38.7	5.6	42.4	6.1	3.7	2.1	0.001 **
MnI	70.6	6.3	69.6	6.7	-1.0	1.9	0.420
MnM	43.8	5.7	44.1	6.0	0.2	1.6	0.841
Vertical(mm)							
A point	50.7	3.6	51.8	3.6	1.2	0.9	0.080
ANS	44.8	3.1	46.0	3.2	1.2	0.9	0.047 *
PNS	43.7	3.4	45.1	3.4	1.4	0.9	0.030 *
B point	92.9	6.5	96.1	6.7	3.3	1.7	0.009 **
Pogonion	105.0	7.4	108.5	7.4	3.5	1.8	0.013 *
Menton	111.2	7.1	114.4	7.2	3.2	1.7	0.017 *
MxI	73.0	5.0	74.5	5.2	1.4	1.3	0.134
MxM	66.9	4.5	69.8	4.7	2.9	1.6	0.001 **
MnI	71.3	5.5	73.4	5.4	2.0	1.6	0.045 *
MnM	67.8	4.7	70.0	4.8	2.2	1.4	0.014 *
Angle(°)							
SNA	79.5	3.5	81.0	3.6	1.5	0.8	0.028 *
SNB	80.4	3.4	79.3	3.4	-1.1	1.1	0.091
ANB	-0.9	1.8	1.6	1.3	2.6	1.3	0.000 ***
PP	1.3	3.0	1.2	3.0	-0.2	1.5	0.740
MP	28.8	4.6	30.4	4.4	1.6	1.4	0.061
Go	126.4	5.1	126.2	5.2	-0.2	1.4	0.848

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

Table 4. Comparison of cephalometric treatment changes between prepubertal and pubertal group

Variable	Prepubertal (n=61)		Pubertal (n=58)		Total (n=119)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)							
A point	2.1	1.2	2.0	0.8	2.1	1.0	0.308
ANS	1.6	1.0	1.6	0.8	1.6	0.9	0.907
PNS	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.513
B point	-2.2	1.7	-1.6	2.0	-1.9	1.9	0.098
Pogonion	-2.3	1.9	-1.7	2.3	-2.0	2.1	0.123
Menton	-2.5	2.1	-1.7	2.4	-2.1	2.2	0.074
MxI	3.3	2.4	2.8	1.8	3.1	2.1	0.137
MxM	3.9	2.2	3.7	2.1	3.8	2.1	0.697
MnI	-1.4	1.7	-1.0	1.9	-1.2	1.8	0.221
MnM	0.0	1.8	0.2	1.6	0.1	1.7	0.491
Vertical(mm)							
A point	1.2	0.8	1.2	0.9	1.2	0.9	0.791
ANS	1.2	0.8	1.2	0.9	1.2	0.8	0.922
PNS	1.7	0.8	1.4	0.9	1.5	0.9	0.067
B point	3.0	1.8	3.3	1.7	3.1	1.8	0.421
Pogonion	3.0	1.7	3.5	1.8	3.2	1.8	0.129
Menton	2.7	1.5	3.2	1.7	2.9	1.6	0.055
MxI	1.3	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	0.634
MxM	2.6	1.2	2.9	1.6	2.8	1.4	0.232
MnI	1.8	1.8	2.0	1.6	1.9	1.7	0.387
MnM	1.8	1.1	2.2	1.4	2.0	1.2	0.054
Angle(°)							
SNA	1.8	1.1	1.5	0.8	1.6	1.0	0.118
SNB	-1.5	1.0	-1.1	1.1	-1.3	1.1	0.024 *
ANB	3.3	1.3	2.6	1.3	2.9	1.3	0.003 **
PP	-0.6	1.0	-0.2	1.5	-0.4	1.3	0.061
MP	1.9	1.6	1.6	1.4	1.7	1.5	0.275
Go	-0.3	1.6	-0.2	1.4	-0.3	1.5	0.564

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

IV. 총괄 및 고찰

교정치료시 이상적 치료시기에 대한 문제는 오래 전부터 많은 논란의 대상이 되어왔다. 기능적 변위를 유발하는 반대교합이나 조절되지 않는 습관이 존재하는 경우는 가능한 조기에 치료하는 것이 일반적인 반면²⁰⁾ 골격성 II급 부정교합의 치료는 혼합치열말기까지 치료를 유보하는 것이 좋은 치료 효과와 함께 치료기간을 단축시키는 방법이다²¹⁾. 상악골 전방전인 장치는 골격성 III급 부정교합 환자의 악정형적 치료시 널리 사용되는 장치로 이상적인 치료시기는 연구자에 따라 다소의 차이는 있으나 다른 형태의 부정교합보다는 다소 이른 사춘기 이전의 혼합치열초기라는 의견이 대부분이었다. 하지만 통계적 자료들을 바탕으로 한 최근의 논문들은 과거 선학들의 임상적 견해를 뒷받침 해주는 논문^{16,18,22,23)}과 그렇지 않은 논문들^{4,6,17,24)}로 나뉘고 있어 더 많은 연구가 필요한 상황이다.

치료시기에 따른 악정형효과 비교시 가장 중요한 점은 관련된 여러 변수들을 조절하는 것이며 이는 초진시 부정교합의 정도, 치료기간, 사용된 장치의 종류 등으로 이전에 발표된 연구들에서도 이를 조절하기 위한 노력들이 있었지만 생리적 성장속도를 조절한 경우는 드물다. 그러나 개인의 성장발육 상태가 악정형 효과에 미치는 영향은 매우 지대하므로 이에 대한 고려가 필수적이다. 개인의 성장발육 상태를 평가하는 방법중 골연령은 신체^{25,26)} 및 두개안면부²⁷⁻²⁹⁾의 성장과 밀접한 관련이 있으며 골연령의 평가 방법 중 수완부골 방사선사진을 이용한 평가는 수완부의 화골 현상이 출생과 더불어 성숙의 종료에 이르기까지 계속되고 각 골의 화골현상이 개시기와 정도 및 양상이 다르므로 판독이 용이할 뿐만 아니라 방사선 사진 촬영이 간편하기 때문에 널리 사용되고 있다³⁰⁾.

이에 본 연구에서는 각 환자의 수완부 골연령을 Fishman¹⁹⁾이 고안한 Skeletal Maturity Assessment system을 이용하여 평가하였으며 이를 기준으로 사춘기전군과 사춘기군으로 분류하여 상악골 전방전인 시 치료효과를 비교하였다. SMI 4는 신장의 최대성장기 보다 1년 정도 앞선 시기이며²⁵⁾ Fishman은 남자는 SMI 6시기에 여자는 SMI 5시기에 신장의 최대 성장이 일어난다고 하였다¹⁹⁾. 또한 김 등³¹⁾은 초경시 골성속도는 45%에서 SMI 7이라고 하였는데 초경은 신장의 최대성장기가 지나고 1.1년 후에 나타난다³²⁾. 따라서 SMI 4-7은 신장의 최대성장기를 기준으로 약 1

년 전후의 시기를 나타내므로 이를 사춘기군으로 하였으며 SMI 1-3은 그 이전의 시기이므로 사춘기전군으로 정하였다. 안면골의 최대성장기는 신장의 최대성장기와 비슷하거나 약간 늦게 나타난다고 보고되고 있으므로³³⁾ SMI 4-7은 안면골의 최대 성장기를 기준으로 1년 전후 또는 약간 이전의 시기이며 SMI 1-3은 그 이전의 시기이다.

두부방사선 계측사진 분석에서 기준선의 선택은 매우 중요하며 이는 어떤 기준선을 선택하느냐에 따라 매우 상이한 결과를 얻을 수 있고 형태에 대한 해석 또한 상이하게 될 수 있기 때문이다. 많은 교정 문헌에서 두개부의 기준선으로 SN 평면과 6-7° 를 이루는 선이 많이 사용되었는데 이것은 생리적인 진성수평기준선과 근접한 Frankfort horizontal plane과 재현성이 높은 SN 평면이 이루는 각의 평균 통계치가 6-7° 라는 사실에 근거를 둔 것이다^{34,35)}. 하지만 성장기 아동에서는 성장과 발육에 따라 수평기준선이 변화될 수 있으므로 이를 고려한 수평기준선의 설정이 필요하다. 이에 본 연구에서는 한국 성장기 아동의 SN 평면과 FH 평면이 이루는 각을 연구한 김 등³⁶⁾의 연구를 바탕으로 SN 평면에 대해 8.5° 내린 선을 수평기준선으로 사용하였는데, 이 각도는 골성속도와 부정교합 및 성별에 따른 차이를 보이지 않는다고 하였다.

본 연구의 결과에 영향을 줄 수 있는 초기 부정교합 상태를 비교하기 위해 두 군의 치료 전 안모 형태를 비교하였는데, 전후방 및 수직적 골격 상태를 보여주는 각도 계측항목(SNA, SNB, ANB, PP, MP, Go) 모두에서 유의한 차이가 없는 것으로 나왔다. 이는 치료 전 두 군간 안모 형태가 거의 비슷하므로 본 연구에서 초기 골격 양상에 따른 치료결과의 차이를 배제할 수 있었음을 보여주는 것이다. 또한 골성속도와 두부방사선 계측치에 대한 신뢰성 검사를 위해서, 임의로 추출한 sample의 10%에 대해 한 검사자가 2주 뒤 다시 측정된 데이터 수치를 paired t-test하였으며 (intra-examiner error test) 임의로 추출한 10% sample에 대해 2명의 검사자가 paired t-test하였는데 (inter-examiner error test), 모두 p-value가 0.05이상으로 유의한 차가 없게 나타났다.

상악골의 전방전인에 의한 전반적인 치료효과는 이전에 발표된 연구들과 크게 다르지 않았으며 치료기간은 사춘기전군의 경우 6.5개월, 사춘기군은 6.1개월로 다른 학자들의 연구에 비해 단기간이므로 성장에 의한 변화보다는 순수한 상악골의 전방전인 효과

가 주로 영향을 미쳤으리라 생각된다. 각 부위별 치료 효과를 살펴보면, 상당량의 상악골 전하방이동이 관찰되었는데 두 군간 차이는 없었으며 A point는 평균 2.1mm 전방 이동되고 SNA는 평균 1.6° 증가하여 다른 연구들과 비슷한 정도의 증가량을 보였다^{4,6,23,24}. 구개평면각은 두 군 모두에서 치료후 유의성있는 변화를 보이지 않았으므로 상악골은 회전없이 정상적인 성장방향에 따라 평행하게 하방 이동되었다고 판단된다. 이와 같은 결과는 다른 많은 연구들의 결과와 동일한 것이었다^{8,15}. 단, Ishii 등³⁷, Takada 등²⁴과 Nartallo-Turley³⁸는 구개평면이 전상방 회전된다고 하여 본 연구와 상이한 결과를 보고하였다. 구개평면의 회전여부는 견인시 힘의 적용점, 고무줄의 견인 방향, 환자의 안모형태 등에 의해 결정되며 구개평면이 전상방 회전되는 경우 그렇지 않은 경우에 비해 하악골은 더욱 후하방 회전되어 과도한 안면고경을 초래하게 되므로 특히 수직적 성장양상을 보이는 환자에서는 피해야 한다. 본 연구에서 상악골 전방전인의 힘은 제 1소구치(RPE) 또는 견치(La/Li appliance)에 적용시켰으며 고무줄의 방향은 교합면에 대해 20-30° 하방으로 조절하여 구개평면의 반시계방향 회전을 막을 수 있었다고 생각된다^{2,3,39,40}.

상악골 전방전인 후 하악골이 후하방 회전되는 것은 상악골 전방전인에 의한 상악골의 하방이동과 chin cup효과 그리고 RPE를 이용한 상악골 확장시 구치부의 정출⁴¹ 등에 의해 유발되며 Takada 등²⁴, Sung과 Baik⁵, Kapust 등²², 김 등⁴², 이 등⁴³은 1.5-2.1°의 MP angle 증가량을 보고하였다. 본 연구에서 MP angle은 증가하였으나 유의성은 없었으며 이에 대한 이유는 정확히 알기 힘들지만 상악골 전방전인 시 하악하연에서의 compensatory remodeling process²² 또는 III급 악기능장치의 장착에서와 같이 하악과두의 성장방향이 좀 더 전상방으로 향하게 되었기 (anterior morphogenetic rotation)^{44,45} 때문이라고 추측해 볼 수 있다. 치료시기별 효과 비교에서 하악골의 후하방 회전과 하방이동은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.

사춘기전군과 사춘기군의 상하악 전치 및 구치는 상하악골의 이동방향과 상응하게 이동되었다. Kapust 등²²은 상악골의 전방 이동양 대 상악 구치의 전방이동양의 비는 평균 3:2였으며 나이가 어린 군(4-7세)에서 나이가 더 많은 군에(7-10세, 10-14세) 비해 더 많은 골격적 효과가 있다고 하였다. 하지만 본 연구에서는 골격적 이동양 대 치아이동양의 비가 사춘

기전군과 사춘기군간에 차이가 없게 나타나서 나이가 더 어리다고 하여 반드시 더 많은 양의 골격적 효과를 얻는 것은 아닌 것으로 나타났다. 상악골 전방전인 장치치료에 의해 상악골에서는 순수한 골격적 이동과 함께 상당량의 치아 이동도 일어나므로 가능한 많은 양의 골격적 효과를 얻기 위한 노력이 필요할 것으로 사료된다.

환자의 연령에 따른 치료 효과 비교에서 Merwin 등¹⁷은 8세 이전의 환자들(5-8세)과 8세 이후의 환자들(9-12세)을 비교하여 상악 구치의 하방이동을 제외한 모든 항목에서 비슷한 정도의 골격 변화를 관찰하여 본 연구와 동일한 결론을 얻었으며, Sung과 Baik⁵ 또한 7세에서 12세까지의 환자들을 연령에 따라 5개 군으로 분류하여 비교한 결과 7세 군에서 상악 중절치가 더 많이 전하방 이동된 것을 제외하면 치료 후 연령군간 골격적 변화 차이는 없다고 하였다. Takada 등²⁴도 통계학적 비교는 시행하지 않았으나 prepubertal군(6.3-9.3세) 뿐 아니라 midpubertal군(8.6-11.4세)에서도 대조군에 비해 증가된 상악골 전방성장과 감소된 하악골 성장을 관찰하였다.

반면, Kapust 등²²은 4-7세군과 7-10세군이 10-14세군 보다 더 많은 apical base change(상악골과 하악골의 위치 변화)와 total molar correction(apical base change와 상악구치와 하악구치 위치변화량을 합한 값)을 보인다고 하여 조기치료가 더 효과적이라고 하였다. Saadia와 Torres²³ 또한 유치열기와 혼합치열기가 영구치열기보다 더 많은 sagittal change를 보인다고 하였고 Baccetti 등¹⁶ 역시 혼합치열초기군(6.8 ± 0.6세)이 혼합치열말기군(10.3 ± 1세)에 비해 더 많은 상악골 전방 성장과 하악골 성장 억제 효과를 보인다고 하였으며 혼합치열초기군에서 더 많은 상악골 성장이 일어난 이유는 익상악 봉합에서의 반응 차이 때문이라고 하였다⁴⁶. 즉, 익상악 봉합은 출생 후 성장하면서 점차적으로 interdigitation이 복잡해지기 때문에 유아기와 소아기에는 pterygoid process와 palatine bone의 분리가 용이하나 청소년기 이후에는 이것이 골절 없이는 이루어지기 어렵기 때문이라고 하였다. 하지만 이 연구는 건조된 두개골과 부검을 기초로 한 것이므로 기능적 요구에 따라 remodeling을 통한 적응력을 가지고 있는 살아있는 생명체에서의 반응은 다를 수 있다고 생각되며 정중 구개 봉합에 대한 연구를 살펴보면 쥐의 정중 구개 봉합은 사춘기 및 사춘기 이후의 시기까지 분리가 가능하며 골기질 형성 능력은 사춘기 이전과 동일하다는 보고가 있으

며⁴⁷⁾, Revelo와 Fishman⁴⁸⁾은 사람의 정중 구개 봉합은 SMI 4 이전에는 거의 융합되어있지 않다가 SMI 4에서 7까지는 서서히 융합이 진행되며 SMI 8 이후부터 본격적으로 봉합이 성숙된다고 하였다. 즉, 이들의 연구⁴⁸⁾에 의하면 본 연구에서 사춘기 시기는 정중 구개 봉합이 서서히 융합되는 시기이므로 분리가 가능했을 것으로 사료되며 이로 인해 상악골이 주변의 골들로부터 분리되면서 인접한 봉합에도 세포 반응을 유도⁹⁾하였을 것으로 추측할 수 있다. 이것이 사춘기 환자에서도 상악골 전방전인 장치가 효과적으로 적용될 수 있었던 원인으로 생각된다.

이상에서 살펴본 바와 같이 사춘기전군과 사춘기군은 통상적인 생각과 달리 하악골의 후방이동양을 제외한 모든 항목에서 상악골 전방전인시 같은 정도의 효과를 보여 사춘기 환자에서도 사춘기 이전의 어린 환자에서와 같이 상악골 성장의 촉진과 함께 성공적인 악정형 치료가 가능하다고 사료된다.

상악골 전방전인의 이상적 치료시기는 사춘기전의 이른 시기라는 선학들의 주장과 달리 본 연구에서는 사춘기전군 뿐 아니라 사춘기군에서도 상악골 전방전인에 의해 성공적인 안모개선이 이루어질 수 있었다. 따라서, 사춘기 골격성 III급 부정교합 환자의 치료는 성장이 어느 정도 완료된 후 절충치료 또는 악교정 수술을 하는 치료방법만 있다는 통상적인 생각과 달리 상악골 전방전인에 의한 치료로도 성공적인 안모개선을 이룰 수 있으며 이는 절충치료 또는 악교정 수술보다 여러 장점을 지니는 치료 방법이다. 더 나아가 사춘기에 시행하는 상악골 전방전인 장치 치료는 사춘기전의 어린 나이에 치료시 발생하는 여러 문제점들 즉, 수정된 악골관계를 사춘기 최대 성장기를 지나 장기간 유지하는 데에 따른 어려움과 전반적인 치료기간이 길어지는 것 그리고 환자의 협조도가 감소하는 것 등을 피할 수 있다는 점에서 좋은 치료 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

상악골 전방전인 장치의 이상적 치료시기가 사춘기 이전의 이른 시기라는 주장이 합당한지 여부를 알아보기 위해 본 연구에서는 119명의 환자들을 대상으로 수완부골 방사선 사진을 촬영한 후 SMI 1-3으로 평가된 환자들을 사춘기전군으로, SMI 4-7로 평가된 환자들을 사춘기군으로 분류하여 상악골 전방전인에 대한 치료효과를 비교하였다. 평균 치료기간은 사춘

기전군은 6.5개월, 사춘기군은 6.1개월이었으며 치료 전후의 측모두부방사선 사진을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상악골의 전방이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.
2. 상악골의 하방이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.
3. 하악골의 하방이동양과 후하방회전양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.
4. 치성이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에 차이가 없었다.

참 고 문 헌

1. Kambara T. Dentofacial changes produced by extraoral forward force in the *Macaca irus*. Am J Orthod 1977 : 71 : 249-77.
2. Nanda R. Protraction of maxilla in rhesus monkey by controlled extraoral forces. Am J Orthod 1978 : 74 : 121-41.
3. Jackson GW, Kokich VG, Shapiro PA. Experimental and postexperimental response to anteriorly directed extraoral force in young *Macaca nemestrina*. Am J Orthod 1979 : 75 : 318-33.
4. Baik HS. Clinical results of the maxillary protraction in Korean children. Am J Orthod Dentofac Orthop 1995 : 108 : 583-92.
5. Sung SJ, Baik HS. Assessment of skeletal and dental changes by maxillary protraction. Am J Orthod Dentofac Orthop 1998 : 114 : 492-502.
6. 황충주, 경승현, 임중기. 골격성 제III급 부정교합 환자에 대한 상악골 전방전인 장치의 치료효과. 대치교정지 1994 : 24 : 851-60.
7. Irie M, Nakamura S. Orthopedic approach to severe skeletal Class III malocclusion. Am J Orthod 1975 : 67 : 377-92.
8. Mermigos J, Full CA, Andreasen G. Protraction of the maxillofacial complex. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990 : 98 : 47-55.
9. Ngan P, Hägg U, Yiu C, Merwin D, Wei SHY. Treatment response to maxillary expansion and protraction. Eur J Orthod 1996 : 18 : 151-68.
10. Rygh P, Tindlund R. Orthopedic expansion and protraction of the maxilla in cleft palate patients-A new treatment rationale. Cleft Palate J 1982 : 19 : 104-12.
11. Sarnäs KV, Rune B. Extraoral traction to maxilla with face mask: A follow-up of 17 consecutively treated patients with and without cleft lip and palate. Cleft Palate J 1987 : 24 : 95-103.
12. Delaire J. Considerations sur la croissance faciale (en particulier du maxillaire supérieur). Deductions thérapeutiques. Rev Stom (Paris) 1971 : 72 : 57-76.
13. Cozzani G. Extraoral traction and Class III treatment. Am J Orthod 1981 : 80 : 638-50.
14. Campbell PM. The dilemma of Class III treatment: early or late? Angle Orthod 1983 : 53 : 175-91.
15. Nanda R. Biomechanical and clinical considerations of a modified protraction headgear. Am J Orthod 1980 : 78 : 125-39.
16. Baccetti T, McGill JS, Franchi L, McNamara JA Jr, Tollaro I. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. Am J Orthod Dentofac Orthop 1998

- : 113 : 333-43.
17. Merwin D, Ngan P, Hägg U, Yiu C, Wei SHY. Timing for effective application of anteriorly directed orthopedic force to the maxilla. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997 : 112 : 292-9.
 18. Kim JH, Viana MAG, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA. The effectiveness of protraction face mask therapy: A meta analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999 : 115 : 675-85.
 19. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: A clinically orientated method based on hand-wrist films. *Angle Orthod* 1982 : 52 : 88-112.
 20. Joondeph DR. Early orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1993 : 104 : 199-200.
 21. Gianelly AA. One-phase versus two-phase treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995 : 108 : 556-9.
 22. Kapust AJ, Sinclair PM, Turley PK. Cephalometric effects of face mask/expansion therapy in Class III children: A comparison of three age groups. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998 : 113 : 204-12.
 23. Saadia M, Torres E. Sagittal changes after maxillary protraction with expansion in Class III patients in the primary, mixed, and late mixed dentitions: A longitudinal retrospective study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2000 : 117 : 669-80.
 24. Takada K, Petdachai S, Sakuda M. Changes in dentofacial morphology in skeletal Class III children treated by a modified maxillary protraction headgear and a chin cup: a longitudinal cephalometric appraisal. *Eur J Orthod* 1993 : 15 : 211-21.
 25. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod* 1967 : 37 : 134-43.
 26. Kuroda T, Natori H, Kawanobe O. Prediction of the age at maximum puberal growth in body height from ossification of the adductor sesamoid of thumb in Japanese children. *日本矯正誌* 1969 : 28 : 68-73.
 27. Sato K, Abe M, Shirato Y, Mitani H. Standard growth curve of maxilla and mandible applied to the growth prediction based on standards of bone age (Tanner-Whitehouse 2 method) for Japanese females. *日本矯正誌* 1996 : 55 : 545-8.
 28. Iwata R. The relation of complete fusion time on the distal phalanx of the first digit and mandibular growth. *日本矯正誌* 1994 : 53 : 1-9.
 29. Bergersen EO. The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *Angle Orthod* 1972 : 42 : 319-38.
 30. 김경호, 정상진, 박소연. 경추골과 수완부골 방사선 사진을 이용한 골성속도 평가. *대치교정지* 1998 : 28 : 285-95.
 31. 김경호, 백형선, 손은수. 부정교합 분류에 따른 초경시기와 골성속도에 관한 연구. *대치교정지* 1998 : 28 : 581-9.
 32. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 1982 : 82 : 299-309.
 33. Salzman JA. Orthodontics in daily practice. Philadelphia : Lippincott, 1974 : 556-91.
 34. Burstone CJ, James RB, Legan H, Murphy GA, Norton LA. Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 1978 : 36 : 269-77.
 35. Proffit WR, Phillips C, Dann IV C, Turvey TA. Stability after surgical-orthodontic correction of skeletal Class III malocclusion. I. Mandibular setback. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*. 1991 : 6 : 7-18.
 36. 김경호, 최광철, 이지연. 한국 아동의 측모두부 수평기준선에 관한 연구. *대치교정지* 1999 : 29 : 251-265.
 37. Ishii H, Morita S, Takeuchi Y, Nakamura S. Treatment effect of combined maxillary protraction and chin cup appliance in severe skeletal Class III cases. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987 : 92 : 304-12.
 38. Nartallo-Turley P, Turley P. Effects of palatal expansion and face-mask therapy on Class III malocclusion. *J Dent Res* 1996 : 75 : 36 Special issue (IADR Abstracts).
 39. 강홍석. 상악 전방견인시 악안면골의 초기반응에 관한 Laser Holography 연구. *대치교정지* 1988 : 18 : 367-86.
 40. Miyasaka-Hiraga J, Tanne K, Nakamura S. Finite element analysis for stress in the craniofacial sutures produced by maxillary protraction forces applied at the upper canines. *Br J Orthod* 1994 : 21 : 343-8.
 41. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: Clinical implications. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987 : 91 : 3-14.
 42. 김태우, 장영일, 남동식. Face Mask의 치료 효과에 대한 후향적 고찰. *대치교정지* 1996 : 26 : 547-56.
 43. 이영지, 차경석, 이진우. 골격성 III급 부정교합 환자에서 상악골 전방견인시 일어나는 골격 변화 양상에 관한 연구. *대치교정지* 1998 : 28 : 533-46.
 44. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L. Mandibular skeletal changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion: A superimposition study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995 : 108 : 525-32.
 45. Tollaro I, Baccetti T, Franchi L. Craniofacial changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996 : 109 : 310-8.
 46. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod* 1982 : 82 : 329-42.
 47. Kanekawa M, Shimizu N. Age-related changes on bone regeneration in midpalatal suture during maxillary expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998 : 114 : 646-53.
 48. Revelo B, Fishman LS. Maturation evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994 : 105 : 288-92.

- ABSTRACT -

The effect of treatment timing on maxillary protraction treatment response
- A comparison of prepubertal and pubertal patients

Kyung-Ho Kim, Kwang-Chul Choy, Hyoung-Seon Baik, Ji-Hyun Lee

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University

Treatment timing is a very important factor to consider in treating skeletal Class III patients by means of maxillary protraction. According to the literature maxillary protraction should be carried out at an early age before puberty. However, no scientific data were presented to support this statement and recent studies supported by statistical data showed disagreement concerning the optimum treatment time of maxillary protraction. Therefore, there is no agreement about the optimum treatment time of maxillary protraction. In this study hand-wrist X-rays were taken from 119 patients and subjects were grouped into prepubertal and pubertal group according to their skeletal maturity. Pretreatment and post-treatment lateral cephalometric X-rays were taken and treatment effects were compared. The average treatment time was 6.5 months for the prepubertal group and 6.1 months for the pubertal group.

The obtained results were as follows ;

1. The amount of maxillary forward movement was the same for prepubertal and pubertal group.
2. The amount of maxillary downward movement was the same for prepubertal and pubertal group.
3. The amount of mandibular downward and backward rotational movement was the same for prepubertal and pubertal group.
4. Dental effects were the same for prepubertal and pubertal group.

KOREA. J. ORTHOD. 2002 : 32(5) : 301-12

※ **Key words** : Maxillary protraction, Optimum treatment time, Skeletal maturity