치료시기에 따른 상악골 전방견인 장치의 치료효과

연세대학교 대학원
치의학과
이 지 현

치료시기에 따른 상악골 전방견인 장치의 치료효과

지도교수 김 경 호

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함

2002년 12월 일

연세대학교 대학원

치의학과

이 지 현

감사의 글

본 논문이 있기까지 여러 면에서 아낌없는 지도 편달 해주신 김경호 교수님께 진심으로 감사를 드리며, 그리고 논문을 위해 많은 관심과 격려를 주신 백형선 교수님, 최병재 교수님, 아낌없는 조언을 해주신 유영규 교수님, 박영철 교수님, 손병화 교수님, 황충주 교수님, 최광철 교수님, 유형석 교수님께 진심으로 감사드립니다.

아울러 바쁜 와중에도 많은 도움을 주셨던 교정과 의국원 여러분께도 감사의 마음을 드립니다.

끝으로 논문을 쓰는 동안 격려와 조언을 아끼지 않았던 사랑하는 남편과 가족들에게 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

2002년 12월

저자 씀

차례

그림 및 표 차례 ····· vi
국문요약 ····· vii
I. 서론 ····· 1
II. 연구대상 및 방법 ····· 3
1. 연구대상 ····· 3
2. 연구 방법 ····· 3
가. 수완부 골성숙도 평가 ····· 3
나. 상악골 전방견인 장치 및 치료방법 ····· 5
다. 측모두부방사선사진 분석 ····· 5
라. 통계처리 ····· 9
III. 결과 ····· 9
1. 사춘기전군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 ····· 9
2. 사춘기군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 ····· 10
3. 사춘기후군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 ····· 10
4. 사춘기전군과 사춘기군의 치료전후 변화량의 비교 ····· 10
5. 사춘기군과 사춘기후군의 치료전후 변화량의 비교 ····· 11
IV. 고찰 ····· 19
V. 결론 ····· 27
참고문헌 ····· 28
영문요약 ····· 32

그림 차례

그림 1. SMI evaluation method of Fishman ····· 4
그림 2. Horizontal and vertical reference line ····· 6
그림 3. Horizontal and vertical linear measurements ····· 7
그림 4. Angular measurements ····· 8

표 차례

표 1. Number of subjects according to SMI stage ····· 3
표 2. Comparison of cephalometric treatment changes between male and female subjects in the prepubertal group ····· 12
표 3. Changes in cephalometric measurements in the prepubertal group ····· 13
표 4. Comparison of cephalometric treatment changes between male and female subjects in the pubertal group ····· 14
표 5. Changes in cephalometric measurements in the pubertal group ····· 15
표 6. Comparison of cephalometric treatment changes between male and female subjects in the postpubertal group ····· 16
표 7. Changes in cephalometric measurements in the postpubertal group ····· 17
표 8. Comparison of cephalometric treatment changes between prepubertal, pubertal and postpubertal group ····· 18
표 9. Amount of true maxillary dental movement ····· 22

국문 요약

치료시기에 따른 상악골 전방견인 장치의 치료효과

골격성 III급 부정교합 환자의 악정형 치료에서 상악골 전방견인 장치의 치료시기는 치료효과에 많은 영향을 미치며 다른 형태의 부정교합보다는 다소 이른 사춘기 이전의 어린 나이라는 것이 선학들의 공통된 의견이었다. 하지만 통계적 자료들을 바탕으로 한 최근의 논문들은 과거 선학들의 의견을 뒷받침해주는 논문과 그렇지 않은 논문들로 나뉘고 있어 적절한 치료시기에 대한 정립된 의견이 없는 실정이다. 이에 본 연구에서는 172명의 환자들의 수완부골방사선 사진을 평가하여 골성숙도에 따라 사춘기전군, 사춘기군, 사춘기후군으로 분류하고 치료전후 측모두부방사선사진을 분석하여 상악골 전방견인에 대한 치료효과를 비교하였다. 평균 치료기간은 사춘기전군은 6.5개월, 사춘기군은 6.1개월, 사춘기후군은 7.5개월이었으며 치료전후의 측모두부방사선사진을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다:

1. 상악골의 전방 이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에는 차이가 없었으며 사춘기후군에 비해 더 많은 양의 상악골 전방 이동을 보였다.
2. 상악골의 하방 이동양은 사춘기전군과 사춘기군간에는 차이가 없었으며 사춘기후군에 비해 더 많은 양의 상악골 하방 이동을 보였다.
3. 하악골의 하방 이동양과 후하방 회전양은 사춘기전군과 사춘기군간에는 차이가 없었으나 사춘기후군은 더 적은 양의 하악골 하방 이동양과 후하방 회전양을 보였다.
4. 치성 이동양은 사춘기전군과 사춘기군 그리고 사춘기후군간 차이가 없었다.

핵심되는 말 : 상악골 전방견인, 적절한 치료시기, 골성숙도

치료시기에 따른 상악골 전방견인 장치의 치료효과

<지도교수: 김경호>

연세대학교 대학원 치의학과

이 지 현

Ⅰ. 서론

상악골 전방견인 장치는 골격성 III급 부정교합 환자의 악정형적 치료시 널리 사용되는 장치이다. 상악골의 전방견인에 의해 상악골봉합 및 상악골 주위봉합이 분리되고 골이 침착되는 것이 여러 동물 실험들에서 관찰된 바 있으며(Jackson, 1979, Kambara, 1977, Nanada, 1978) 임상적으로도 상악골 전방 견인장치를 통해 악골관계가 성공적으로 개선될 수 있다는 것이 입증되었으며 이는 상악골의 전방 이동과 하악골의 후하방 회전으로 이루어진다고 하였다(황 등, 1994, Baik, 1995, Irie와 Nakamura, 1975, Mermigos 등, 1990, Ngan 등, 1996, Rygh와 Tindlund, 1982, Sarnas와 Rune, 1987, Sung과 Baik, 1998). 이처럼 상악골 전방견인 장치의 효과에 대한 연구는 많이 시행되었으며 전반적으로 일치된 의견을 보이고 있으나 상악골 전방 견인시 적절한 치료시기에 대해서는 아직 논란이 많은 상태이다.

1970년대에 Face Mask를 재도입시킨 Delaire (1971)를 비롯하여 대부분의 선학들은 사춘기 이전의 이른 시기에 치료를 시작해야 한다고 하였다. Delaire는 이 시기에 circummaxillary suture가 아직 봉합되지 않은 것을 그 이유로 들었으며 Kambara (1977)는 macaca irus monkey의 상악골 견인시 조직학적 소견으로 circummaxillary suture가 분리되면서 결합조직 섬유가 신장되고 섬유를 따라 신생골이 침착되는 것을 관찰하였는데 이는 영구치열기 보다 혼합치열기에서 더 활발하게 일어난다고 하였다. Cozzani (1981)는 4세 경에 치료하면 구외력이 상악골의 성장방향과 일치하므로 가장 적절하다고 하였으며 Campbell (1983)은 상악 제1대구치와 중절치 및 측절치가 맹출된 이후에 상악골을 전방 견인할 것을 추천하

였다. 또한 Irie와 Nakamura (1975)는 Hellman's dental age IIC와 IIIA사이를 가장 적절한 치료시기로 보았으며 Nanda (1980)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 연령군간의 비교는 90년대에 접어들면서 비로소 시도되었으며 Baccetti 등 (1998)은 혼합치열초기가 혼합치열말기 보다 더 많은 상악골 전방 이동을 보이는데 이는 pterygomaxillary suture부위에서의 반응 정도가 다르기 때문이라고 하였다. 한편 Baik (1995), Sung과 Baik (1998), 황 등(1994), Merwin 등(1997)은 한두 개의 계측치를 제외한 대부분의 치성, 골격성 계측치에서 통계학적 차이가 없다고 하였다. 또한, Kim 등 (1999)은 여러 개의 논문들을 종합한 meta-analysis에서 치료 전후 변화량은 대부분의 측정치들에서 older group 보다 younger group에서 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 연구들은 사춘기 또는 사춘기 이전의 어린 환자들만을 대상으로 하여 사춘기가 지난 환자에 대한 연구는 미미하였다. 또한 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 골성숙도와 같이 개인의 발육 연령을 평가할 수 있는 것이어야 한다.

이에 남녀 172명의 수완부골 방사선 사진을 통해 골성숙도를 평가하여 사춘기 전군과 사춘기군 그리고 사춘기후군으로 분류하고 상악골 전방 견인시 세 군간의 치료 효과를 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 보고하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구 대상

연세대학교 영동세브란스 병원 교정과에 찾아와 임상적 및 두부방사선학 분석 결과 골격성 III급 부정교합으로 진단되어 상악골 전방견인 장치를 이용하여 치료하기로 결정된 환자중 초진시 수완부골 방사선 사진에서 Skeletal Maturity Assessment System(Fishman, 1982)을 이용하여 Skeletal Maturity Indicator(SMI) 1에서 10에 해당하는 환자 172명(남자 75명, 여자 97명)을 대상으로 하였다(Table 1). SMI 1-3으로 평가된 환자 61명은 사춘기전군으로 분류하였으며, SMI 4-7로 평가된 환자 58명은 사춘기군으로 분류하였고 SMI 8-10으로 평가된 환자 53명은 사춘기후군으로 분류하였다.

Table 1. Number of subjects according to SMI stage

	Prepubertal group				Pubertal group					Postpubertal group				
SMI	1	2	3	Total	4	5	6	7	Total	8	9	10	Total	Total
Male	18	9	4	31	7	7	7	5	26	8	7	3	18	75
Female	15	9	6	30	6	11	7	8	32	13	8	14	35	97
Total	33	18	10	61	13	18	14	13	58	21	15	17	53	172

2. 연구 방법

가. 수완부 골성숙도 평가

Fishman이 제안한 SMI에 따라 첫째, 셋째, 다섯째 수지 및 요골에 위치한 여섯 부위에서 일어나는 골성숙 과정을 11단계로 분류하였으며, 판정 기준은 다음과 같다(Fig 1).

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

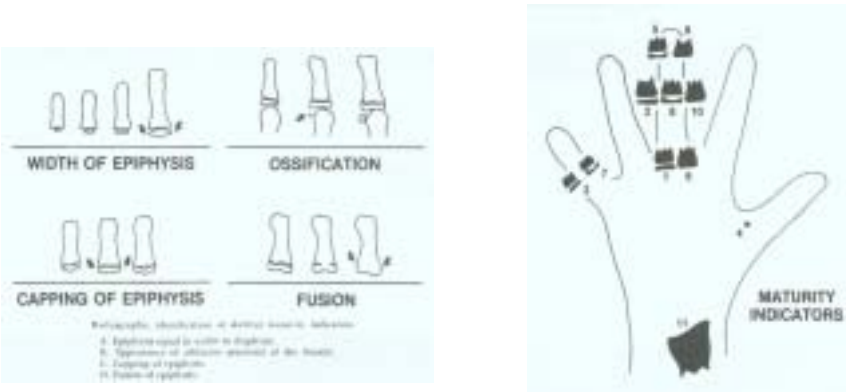

Fig 1. SMI evaluation method of Fishman.

나. 상악골 전방견인 장치 및 치료 방법

상악골 전방견인 장치는 Delaire type이었으며 구내 장치는 Rapid Palatal Expansion(RPE) 또는 Labiolingual(La/Li) appliance였다. 상악이 협착된 경우 RPE로 상악궁을 확장하였으며 상악골의 전상방 회전을 방지하기 위해 힘의 방향은 교합면에 대해 20°-30°전하방 이었으며 적용점은 RPE의 경우 제 1소구치, La/Li appliance의 경우 유견치나 영구견치 부위였다. 상악골 전방견인 장치는 하루에 12-14시간 장착하도록 지시하였으며 힘의 크기는 편측당 300-400g 이었다.

다. 측모두부방사선사진 분석

초진시 측모두부방사선사진과 반대교합이 개선되어 상악골 전방견인 장치치료를 종료한 시기에 측모두부방사선 사진을 촬영하여 투사도를 작성하였다. 치료기간은 사춘기전군의 경우 6.5개월, 사춘기군의 경우 6.1개월이었으며 사춘기후군은 7.5개월이었다.

Horizontal Reference Line(HRL)은 Sella를 지나며 SN plane과 8.5°의 각을 이루는 선으로 하였으며 Sella를 지나며 이에 수직인 선을 Vertical Reference Line(VRL)으로 하였다(Fig 2). 그리고 Fig 3, 4에서와 같이 10개의 치성 및 골격성 계측점들에 대하여 이 기준선들까지의 수직거리를 0.1mm까지 계측하였으며 6개의 각도 계측치를 0.1°까지 계측하였다.

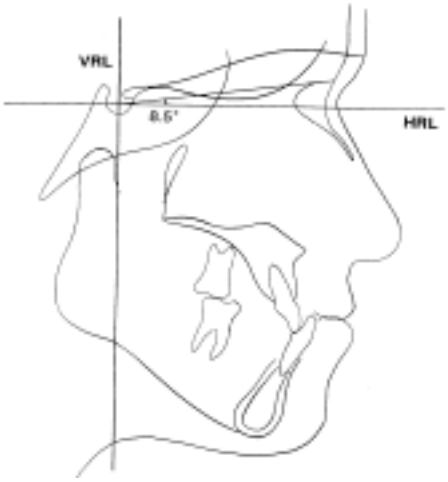

Fig 2. Horizontal and vertical reference line.

(1) 선 계측항목 (Fig 3)

(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 (Pogonion)

⑯ Me (Menton)

⑰ MxI (Maxillary Incisor)

⑱ MxM (Maxillary Molar)

⑲ MnI (Mandibular Incisor)

⑳ MnM (Mandibular Molar)

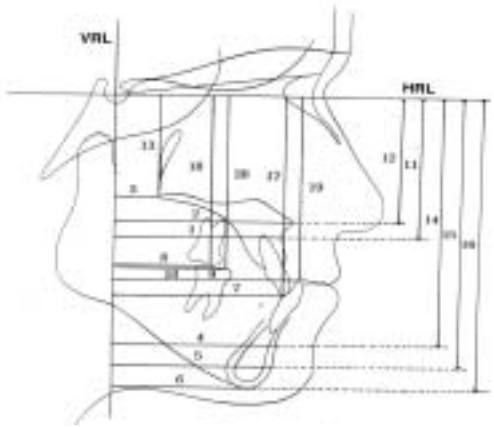

Fig 3. Horizontal and vertical linear measurements.

(2) 각도 계측 항목 (Fig 4)

① SNA

② SNB

③ ANB

④ PP (Palatal Plane angle)

⑤ MP (Mandibular Plane angle)

⑥ Go (Gonial angle)

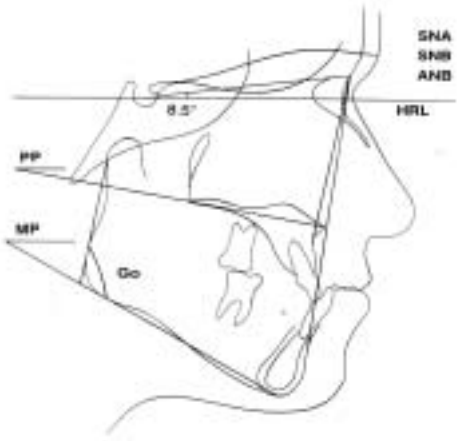

Fig 4. Angular measurements.

라. 통계처리

사춘기전군, 사춘기군 그리고 사춘기후군에서 각각 상악골 전방견인 장치 사용 전후의 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) 사춘기후군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정
(4) 사춘기전군과 사춘기군의 치료전후 변화량의 유의성 비교
(5) 사춘기군과 사춘기후군의 치료전후 변화량의 유의성 비교

III. 결과

1. 사춘기전군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 (Table 2, 3)

사춘기전군의 치료전후 변화량의 남녀간 유의성 검정에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으므로(Table 2) 이후의 통계에서는 남녀 대상을 통합하였다(Table 3).

상악골 전방견인 후 A point는 평균 2.1mm 전방 이동되고($p<0.05$) SNA는 1.8° 증가되었으며($p<0.01$) 하악은 후방 이동되었으나 통계적 유의성은 없었다. 수직적으로는 ANS와 PNS 모두 하방 이동되었는데 ANS의 하방 이동은 통계적 유의성이 없었으며 PP angle도 감소하였으나 유의성 있는 변화는 보이지 않았다. B point, Pogonion, Menton이 평균 2.7mm에서 3.0mm의 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 전방견인의 치성효과로는 상악에서 중절치의 전방이동과 제1대구치의 전방 및 하방 이동이 관찰되었는데 중절치는 3.3mm, 제1대구치는 3.9mm 전방 이동되었으며 상악 제1대구치는 2.6mm 하방 이동되었다. 하악 중절치와 제1대구치는 1.8mm씩 하방 이동되었으며, 하악 전치는 후방 이동되었으나 유의성은 없었다.

2. 사춘기군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 (Table 4, 5)

사춘기군의 치료전후 변화량의 남녀간 유의성 검정에서 HRL-Pogonion을 제외한 나머지 모든 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며(Table 4) 이후의 통계에서는 남녀 대상을 통합하였다(Table 5).

상악골 전방견인 후 A point는 평균 2.0mm 전방이동되고($p<0.05$) SNA는 평균 1.5°증가되었으며($p<0.05$) 하악은 후방 이동되었으나 통계적 유의성은 없었다. 수직적으로는 ANS와 PNS 모두 하방 이동되었고($p<0.05$) PP angle은 감소하였으나 통계적 유의성은 없었으며 B point, Pogonion, Menton이 평균 3.2mm에서 3.5mm의 하방 이동을 보였다. MP와 Gonial angle은 유의성있는 변화를 보이지 않았으며 ANB는 평균 2.6°증가되었다($p<0.001$). 상악골 전방견인의 치성효과로는 상악에서 중절치가 2.8mm, 제1대구치가 3.7mm 전방 이동되었으며 상악 제1대구치는 2.9mm 하방 이동되었다. 하악 중절치와 제1대구치는 하방 이동되었으며($p<0.05$) 하악 전치는 후방 이동되었으나 유의성은 없었다.

3. 사춘기후군의 치료전후 변화량의 남녀 비교 및 유의성 검정 (Table 6, 7)

사춘기후군의 치료전후 변화량의 남녀간 유의성 검정에서 대부분의 계측항목에서 통계적 유의성이 없었으나 여자의 경우 MP angle의 증가량($p<0.01$), Pogonion, Menton의 후방 이동양과 ANB의 증가량이($p<0.05$) 남자에 비해 큰 것으로 나타났다(Table 6).

남녀를 통합한 통계에서(Table 7) 사춘기후군의 치료 후 변화는 MxM, B point와 ANB에서만 나타났는데 MxM은 2.7mm 전방 및 2.1mm 하방 이동되었으며($p<0.05$) B point는 2.6mm 하방 이동되고 ANB는 1.2°증가하였다($p<0.01$).

4. 사춘기전군과 사춘기군의 치료전후 변화량의 비교 (Table 8)

사춘기전군과 사춘기군의 치료 후 변화량에 관한 유의성 검정에서 SNB($p<0.05$)와 ANB($p<0.01$)만이 유의성 있는 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.

5. 사춘기군과 사춘기후군의 치료전후 변화량의 비교 (Table 8)

사춘기군과 사춘기후군의 상악골 전방견인 장치에 의한 치료효과는 많은 항목에서 통계적 유의성을 보였다. SNA, A, ANS가 사춘기군에서 더 많은 양 전방 이동($p<0.001$) 및 하방 이동되었으며($p<0.05$, 0.01) PP angle의 변화량은 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 하악골의 경우 후방 이동양(B point, Pogonion, Menton, SNB)은 차이를 보이지 않았으나 하방 이동양에 있어서 Pogonion, Menton의 경우 사춘기군에서 더 많은 하방 이동을 보였다($p<0.01$). MP angle은 사춘기군에서 더 많은 양이 증가하였으며($p<0.01$), ANB도 사춘기군에서 더 많은 양 증가하였다($p<0.001$). 상악골 전방견인 장치의 치성효과 비교에서 상악 중절치와 제1대구치의 전방 및 하방 이동양 그리고 하악 중절치와 제1대구치의 하방 이동양이 사춘기군에서 더 많았다($p<0.05$-0.01).

Table 2. Comparison of cephalometric treatment changes between male and female subjects in the prepubertal group

Variable	Male(n=31)		Female(n=30)		Total(n=61)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)							
A point	2.2	1.1	2.1	1.2	2.1	1.2	0.668
ANS	1.6	0.8	1.7	1.1	1.6	1.0	0.556
PNS	0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.6	0.117
B point	-2.2	1.8	-2.1	1.7	-2.2	1.7	0.842
Pogonion	-2.3	2.0	-2.3	1.8	-2.3	1.9	0.958
Menton	-2.5	2.2	-2.5	2.0	-2.5	2.1	0.994
MxI	3.4	2.6	3.2	2.1	3.3	2.4	0.758
MxM	4.0	2.3	3.8	2.1	3.9	2.2	0.620
MnI	-1.5	1.9	-1.2	1.6	-1.4	1.7	0.531
MnM	0.1	2.1	-0.1	1.4	0.0	1.8	0.682
Vertical(mm)							
A point	1.2	0.7	1.3	0.9	1.2	0.8	0.646
ANS	1.2	0.8	1.1	0.7	1.2	0.8	0.549
PNS	1.8	0.8	1.6	0.8	1.7	0.8	0.335
B point	3.2	2.1	2.7	1.6	3.0	1.8	0.297
Pogonion	3.2	2.0	2.8	1.4	3.0	1.7	0.409
Menton	2.8	1.7	2.5	1.2	2.7	1.5	0.495
MxI	1.1	1.4	1.5	1.5	1.3	1.5	0.371
MxM	2.7	1.2	2.5	1.2	2.6	1.2	0.629
MnI	1.8	2.0	1.7	1.7	1.8	1.8	0.860
MnM	2.0	1.1	1.5	1.0	1.8	1.1	0.053
Angle(°)							
SNA	1.6	1.1	1.9	1.1	1.8	1.1	0.325
SNB	-1.6	1.1	-1.4	1.0	-1.5	1.0	0.285
ANB	3.3	1.4	3.3	1.2	3.3	1.3	0.987
PP	-0.7	1.0	-0.6	1.1	-0.6	1.0	0.766
MP	1.7	1.3	2.1	1.9	1.9	1.6	0.303
Go	-0.6	1.5	-0.1	1.7	-0.3	1.6	0.218

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

Table 3. Changes in cephalometric measurements in the prepubertal group

Variable	Pretreatment		Posttreatment		Change		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 4. Comparison of cephalometric treatment changes between male and female subjects in the pubertal group

Variable	Male(n=26)		Female(n=32)		Total(n=58)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)							
A point	2.1	0.9	2.0	0.8	2.0	0.8	0.232
ANS	1.8	0.9	1.6	0.8	1.6	0.8	0.139
PNS	0.6	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.353
B point	-1.7	2.3	-1.7	1.7	-1.6	2.0	0.646
Pogonion	-1.7	2.7	-1.9	2.0	-1.7	2.3	0.874
Menton	-1.7	2.6	-2.0	2.2	-1.7	2.4	0.999
MxI	3.1	1.7	2.8	1.8	2.8	1.8	0.216
MxM	4.1	2.3	3.6	1.9	3.7	2.1	0.260
MnI	-1.0	2.5	-1.1	1.4	-1.0	1.9	0.895
MnM	0.0	2.1	0.5	1.2	0.2	1.6	0.376
Vertical(mm)							
A point	1.3	1.0	0.9	0.8	1.2	0.9	0.233
ANS	1.3	1.0	0.9	0.9	1.2	0.9	0.325
PNS	1.5	0.8	1.4	1.0	1.4	0.9	0.507
B point	3.7	1.6	3.1	1.7	3.3	1.7	0.097
Pogonion	4.1	2.0	3.1	1.6	3.5	1.8	0.036 *
Menton	3.6	1.7	2.9	1.6	3.2	1.7	0.096
MxI	1.5	1.4	1.3	1.2	1.4	1.3	0.861
MxM	3.3	1.5	2.9	1.6	2.9	1.6	0.132
MnI	2.5	1.6	2.0	1.5	2.0	1.6	0.064
MnM	2.4	1.4	2.3	1.3	2.2	1.4	0.322
Angle(°)							
SNA	1.6	0.9	1.5	0.8	1.5	0.8	0.563
SNB	-1.2	1.1	-1.1	1.0	-1.1	1.1	0.390
ANB	2.8	1.2	2.6	1.3	2.6	1.3	0.262
PP	-0.2	1.4	-0.7	1.7	-0.2	1.5	0.875
MP	1.5	1.5	1.7	1.2	1.6	1.4	0.570
Go	-0.1	1.6	-0.5	1.1	-0.2	1.4	0.742

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

Table 5. Changes in cephalometric measurements in the pubertal group

Variable	Pretreatment		Posttreatment		Change		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 6. Comparison of cephalometric treatment changes between male and female subjects in the postpubertal group

Variable	Male(n=18)		Female(n=35)		Total(n=53)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)							
A point	0.8	0.4	0.8	0.6	0.8	0.5	0.717
ANS	0.7	0.3	0.7	0.7	0.7	0.6	0.932
PNS	0.2	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.088
B point	-0.3	2.2	-1.6	2.1	-1.2	2.2	0.051
Pogonion	0.1	2.4	-1.5	2.3	-1.0	2.4	0.027*
Menton	0.0	2.6	-1.6	2.4	-1.1	2.6	0.031*
MxI	2.4	2.0	1.9	1.5	2.1	1.7	0.342
MxM	2.4	1.4	2.8	1.8	2.7	1.7	0.429
MnI	-0.2	2.1	-0.9	1.8	-0.6	1.9	0.235
MnM	0.8	1.8	0.0	1.2	0.3	1.5	0.113
Vertical(mm)							
A point	0.9	0.5	0.8	0.6	0.9	0.6	0.487
ANS	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.6	0.672
PNS	0.8	0.7	0.9	0.7	0.9	0.7	0.803
B point	2.3	1.6	2.8	1.9	2.6	1.8	0.398
Pogonion	2.5	1.6	2.6	1.9	2.6	1.8	0.791
Menton	2.3	1.6	2.5	1.9	2.4	1.8	0.790
MxI	0.7	1.2	0.9	1.1	0.8	1.1	0.593
MxM	2.0	1.0	2.1	1.5	2.1	1.3	0.639
MnI	1.1	1.6	1.3	1.6	1.3	1.6	0.671
MnM	1.5	1.1	1.3	1.3	1.4	1.2	0.610
Angle(°)							
SNA	0.4	0.5	0.5	0.7	0.5	0.6	0.364
SNB	-0.3	1.2	-0.9	1.0	-0.7	1.1	0.073
ANB	0.7	1.1	1.5	1.4	1.2	1.3	0.032*
PP	-0.2	0.9	-0.2	0.9	-0.2	0.9	0.857
MP	0.0	1.5	1.2	1.5	0.8	1.6	0.006**
Go	0.2	2.7	0.1	1.6	0.2	2.0	0.853

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

Table 7. Changes in cephalometric measurements in the postpubertal group

Variable	Pretreatment		Posttreatment		Change		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)							
A point	65.3	5.6	66.1	5.6	0.8	0.5	0.468
ANS	68.5	5.4	69.2	5.3	0.7	0.6	0.497
PNS	19.3	3.5	19.6	3.4	0.3	0.4	0.631
B point	64.4	7.9	63.2	7.9	-1.2	2.2	0.452
Pogonion	64.8	8.5	63.8	8.6	-1.0	2.4	0.557
Menton	58.8	8.5	57.8	8.8	-1.1	2.6	0.532
MxI	71.1	7.4	73.2	7.5	2.1	1.7	0.154
MxM	39.8	6.5	42.5	6.3	2.7	1.7	0.036*
MnI	71.2	7.6	70.5	7.5	-0.6	1.9	0.661
MnM	45.3	6.7	45.5	6.8	0.3	1.5	0.829
Vertical(mm)							
A point	52.8	3.3	53.7	3.3	0.9	0.6	0.183
ANS	46.9	3.1	47.6	3.0	0.7	0.6	0.213
PNS	44.8	3.6	45.6	3.6	0.9	0.7	0.232
B point	98.1	6.4	100.8	6.5	2.6	1.8	0.039*
Pogonion	110.0	7.4	112.5	7.5	2.6	1.8	0.081
Menton	116.9	7.5	119.3	7.6	2.4	1.8	0.103
MxI	76.0	4.8	76.8	4.9	0.8	1.1	0.390
MxM	70.0	4.7	72.1	4.8	2.1	1.3	0.026*
MnI	75.2	4.8	76.4	4.8	1.3	1.6	0.175
MnM	70.9	4.8	72.3	4.9	1.4	1.2	0.141
Angle(°)							
SNA	80.0	4.0	80.5	4.0	0.5	0.6	0.523
SNB	80.1	3.4	79.4	3.4	-0.7	1.1	0.273
ANB	-0.1	2.4	1.1	2.3	1.2	1.3	0.009**
PP	2.7	3.8	2.5	3.7	-0.2	0.9	0.786
MP	29.8	5.1	30.7	4.9	0.8	1.6	0.408
Go	125.9	7.0	126.1	7.1	0.2	2.0	0.908

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

Table 8. Comparison of cephalometric treatment changes between prepubertal, pubertal and postpubertal group

Variable	Prepubertal (n=61)		Pubertal (n=58)		Total (n=119)		P-value	Pubertal (n=58)		Postpubertal (n=53)		Total (n=111)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Horizontal(mm)														
A point	2.1	1.2	2.0	0.8	2.1	1.0	0.308	2.0	0.8	0.8	0.5	1.4	0.9	0.000***
ANS	1.6	1.0	1.6	0.8	1.6	0.9	0.907	1.6	0.8	0.7	0.6	1.2	0.9	0.000***
PNS	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.513	0.3	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.006**
B point	-2.2	1.7	-1.6	2.0	-1.9	1.9	0.098	-1.6	2.0	-1.2	2.2	-1.4	2.1	0.253
Pogonion	-2.3	1.9	-1.7	2.3	-2.0	2.1	0.123	-1.7	2.3	-1.0	2.4	-1.3	2.4	0.118
Menton	-2.5	2.1	-1.7	2.4	-2.1	2.2	0.074	-1.7	2.4	-1.1	2.6	-1.4	2.5	0.145
MxI	3.3	2.4	2.8	1.8	3.1	2.1	0.137	2.8	1.8	2.1	1.7	2.4	1.8	0.041*
MxM	3.9	2.2	3.7	2.1	3.8	2.1	0.697	3.7	2.1	2.7	1.7	3.2	2.0	0.003**
MnI	-1.4	1.7	-1.0	1.9	-1.2	1.8	0.221	-1.0	1.9	-0.6	1.9	-0.8	1.9	0.368
MnM	0.0	1.8	0.2	1.6	0.1	1.7	0.491	0.2	1.6	0.3	1.5	0.2	1.6	0.825
Vertical(mm)														
A point	1.2	0.8	1.2	0.9	1.2	0.9	0.791	1.2	0.9	0.9	0.6	1.0	0.8	0.026*
ANS	1.2	0.8	1.2	0.9	1.2	0.8	0.922	1.2	0.9	0.7	0.6	1.0	0.8	0.005**
PNS	1.7	0.8	1.4	0.9	1.5	0.9	0.067	1.4	0.9	0.9	0.7	1.1	0.8	0.001**
B point	3.0	1.8	3.3	1.7	3.1	1.8	0.421	3.3	1.7	2.6	1.8	2.9	1.8	0.055
Pogonion	3.0	1.7	3.5	1.8	3.2	1.8	0.129	3.5	1.8	2.6	1.8	3.0	1.9	0.008**
Menton	2.7	1.5	3.2	1.7	2.9	1.6	0.055	3.2	1.7	2.4	1.8	2.8	1.8	0.017**
MxI	1.3	1.5	1.4	1.3	1.4	1.4	0.634	1.4	1.3	0.8	1.1	1.1	1.3	0.009**
MxM	2.6	1.2	2.9	1.6	2.8	1.4	0.232	2.9	1.6	2.1	1.3	2.5	1.5	0.003**
MnI	1.8	1.8	2.0	1.6	1.9	1.7	0.387	2.0	1.6	1.3	1.6	1.7	1.6	0.014*
MnM	1.8	1.1	2.2	1.4	2.0	1.2	0.054	2.2	1.4	1.4	1.2	1.8	1.4	0.001**
Angle(°)														
SNA	1.8	1.1	1.5	0.8	1.6	1.0	0.118	1.5	0.8	0.5	0.6	1.0	0.9	0.000***
SNB	-1.5	1.0	-1.1	1.1	-1.3	1.1	0.024*	-1.1	1.1	-0.7	1.1	-0.9	1.1	0.092
ANB	3.3	1.3	2.6	1.3	2.9	1.3	0.003**	2.6	1.3	1.2	1.3	1.9	1.4	0.000***
PP	-0.6	1.0	-0.2	1.5	-0.4	1.3	0.061	-0.2	1.5	-0.2	0.9	-0.2	1.3	0.972
MP	1.9	1.6	1.6	1.4	1.7	1.5	0.275	1.6	1.4	0.8	1.6	1.2	1.5	0.007**
Go	-0.3	1.6	-0.2	1.4	-0.3	1.5	0.564	-0.2	1.4	0.2	2.0	0.0	1.7	0.300

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

Ⅳ. 고찰

상악골 전방견인 장치는 골격성 III급 부정교합 환자에서 성장조절의 목적으로 널리 사용되는 악정형 장치로 적절한 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(Baccetti 등, 1998, Kapust 등, 1998, Kim 등, 1999, Saadia와 Torres, 2000)과 그렇지 않은 논문들(황 등, 1994, Baik, 1995, Merwin 등, 1997, Sung과 Baik, 1998, Takada 등, 1993)로 나뉘고 있어 더 많은 연구가 필요한 상황이다.

치료시기에 따른 악정형 효과 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 성숙도를 조절한 경우는 드물다. 그러나 개인의 성장발육 상태가 악정형 효과에 미치는 영향은 매우 지대하므로 이에 대한 고려가 필수적이다. 개인의 성장발육 상태를 평가하는 방법중 골연령은 신체(Bjork와 Helm, 1967, Kuroda 등, 1969) 및 두개안면부(Bergersen, 1972, Iwata, 1994, Sato등, 1996)의 성장과 밀접한 관련이 있으며 골연령의 평가 방법 중 수완부골 방사선사진을 이용한 평가는 수완부의 화골현상이 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 있다(김 등, 1998).

이에 본 연구에서는 각 환자의 수완부 골연령을 Fishman (1982)이 고안한 Skeletal Maturity Assessment system을 이용하여 평가하였으며 이를 기준으로 사춘기전군, 사춘기군 그리고 사춘기후군으로 분류하여 상악골 전방견인시 치료효과를 비교하였다. SMI 4는 신장의 최대성장기 보다 1년 정도 앞선 시기이며 (Bjork와 Helm, 1967) Fishman (1982)은 남자는 SMI 6시기에 여자는 SMI 5시기에 신장의 최대 성장이 일어난다고 하였다. 또한 김 등 (1998)은 초경시 골성숙도는 45.10%에서 SMI 7이라고 하였는데 초경은 신장의 최대성장기가 지나고 1.1년

후에 나타난다(Hagg와 Taranger, 1982). 따라서 SMI 4-7은 신장의 최대성장기를 기준으로 약 1년 전후의 시기를 나타내므로 이를 사춘기군으로 하였으며 SMI 1-3은 그 이전의 시기이므로 사춘기전군으로 그리고 SMI 8-10은 그 이후의 시기이므로 사춘기후군으로 정하였다. 안면골의 최대성장기는 신장의 최대성장기와 비슷하거나 약간 늦게 나타난다고 보고되고 있으므로(Salzman, 1974) SMI 4-7은 안면골의 최대 성장기를 기준으로 1년 전후 또는 약간 이전의 시기이며 SMI 1-3은 그 이전, SMI 8-10은 그이후의 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 진성 수평 기준선과 근접한 Frankfort horizontal plane과 재현성이 높은 SN 평면이 이루는 각의 평균 통계치가 6-7°라는 사실에 근거를 둔 것이다(Burstone등, 1978, Proffit와 White, 1991, Proffit, 1999). 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 등(1999)의 연구를 바탕으로 SN 평면에 대해 8.5°내린 선을 수평기준선으로 사용하였는데, 이 각도는 골성숙도와 부정교합 및 성별에 따른 차이를 보이지 않는다고 하였다.

상악골의 전방견인에 의한 전반적인 치료효과는 이전에 발표된 연구들과 크게 다르지 않았으며 치료기간은 사춘기전군의 경우 6.5개월, 사춘기군은 6.1개월, 사춘기후군은 7.5개월로 다른 학자들의 연구에 비해 단기간이므로 성장에 의한 변화보다는 순수한 상악골의 전방견인 효과가 주로 영향을 미쳤으리라 생각된다. 각 부위별 치료효과를 살펴보면, 사춘기전군과 사춘기군에서는 상당량의 상악골 전하방 이동이 관찰되었는데 A point는 평균 2.1mm 전방 이동되고 SNA는 평균 1.6°증가하여 다른 연구들과 비슷한 정도의 증가량을 보였으며(황 등, 1994, Baik, 1995, Saadia와 Torres, 2000, Takada 등, 1993) 두 군간 차이는 없었다. 하지만 사춘기후군은 상악골의 전후방적, 수직적 위치가 치료 후 유의성 있는 변화를 보이지 않

아 사춘기후에는 상악골의 전방견인이 상악골의 성장에 크게 영향을 주지 못함을 보여주었다. 구개평면각은 세군 모두에서 치료전후에 유의성 있는 변화를 보이지 않았으므로 상악골은 회전없이 정상적인 성장방향에 따라 평행하게 하방 이동되었다고 판단된다. 이와 같은 결과는 다른 많은 연구들의 결과와 동일한 것이었다(Mermigos 등, 1990, Nanda, 1980). 단, Ishii 등 (1987), Takada 등 (1993)과 Nartallo-Turley (1996)는 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 전방견인의 힘은 제 1소구치(RPE) 또는 유견치나 영구견치(La/Li appliance)에 적용시켰으며 고무줄의 방향은 교합면에 대해 20-30°하방으로 조절하여 구개평면의 반시계방향 회전을 막을 수 있었다고 생각된다(Jackson, 1979, Kang, 1988, Miyasaka-Hiraga 등, 1994, Nanda, 1978).

상악골 전방견인 후 하악골이 후하방 회전되는 것은 상악골 전방견인에 의한 상악골의 하방 이동과 chin cup효과 그리고 RPE를 이용한 상악골 확장시 구치부의 정출(Bishara와 Staley, 1987)등에 의해 유발되며 김 등 (1996), 이 등 (1998), Kapust 등 (1998), Sung과 Baik (1998), Takada 등 (1993)은 1.5-2.1°의 MP angle 증가량을 보고하였다. 본 연구에서 MP angle은 증가하였으나 유의성은 없었으며 상악골 전방견인시 하악하연에서의 compensatory remodeling process(Kapust 등, 1998) 또는 III급 악기능장치의 착용시에서와 같이 하악과두의 성장방향이 좀 더 전상방으로 향하게 되었기 때문(Tollaro등, 1995, 1996) 이라고 추측해 볼 수 있다. 치료시기별 효과 비교에서 하악골의 후하방 회전과 하방이동은 사춘기전군과 사춘기군 간에는 차이가 없었으나 사춘기후군에서는 그 전 시기에 비해 적은 양을 보였다.

하악골의 후방 이동양은 사춘기전군이 사춘기군에 비해 통계적 유의성은 없었으나 더 크게 나타났는데, 앞서 언급한대로 하악골의 후하방 회전양과 하방 이동양은 동일하였으므로 후방 이동양의 차이는 하악골의 길이 성장량 차이 때문인

것으로 생각된다. 즉, 하악골의 최대 성장기는 SMI 7(Fishman, 1982)이고 사춘기 전에 비해 사춘기때 하악골 성장이 더 많이 일어나므로 같은 정도의 하악골 후하방 회전에도 불구하고 사춘기전군에서 더 많은 양의 후방 이동이 관찰되었을 것이다. 사춘기후군은 사춘기군에 비해 하악골이 더 적은 양 후하방 회전되었음에도 불구하고 사춘기군과 같은 양의 후방 이동을 보였으며 이 또한 사춘기군에서의 성장이 영향을 주었을 것으로 사료된다.

사춘기전군과 사춘기군의 수평적, 수직적 기준선에 대한 상하악 전치 및 구치의 이동은 상하악골의 이동방향과 같았으며 이동양은 두 군간 차이는 없었고 사춘기후군에서의 수평적 및 수직적 기준선에 대한 치아이동은 사춘기전군과 사춘기군에서의 이동양상과 같았으나 그 이동양은 더 적었다. 하지만 치아이동양은 골격적 이동양에 의해서도 영향을 받으므로 본 연구에서의 치아이동양은 순수한 치아이동양이 아닌 순수한 치아이동양과 골격적 이동양의 합으로 이루어진 치아 총이동양 이라고 할 수 있다. 순수한 치아이동양은 안정구조물 중첩에 의해 가장 정확하게 측정할 수 있겠으나 치아 총이동양에서 골격적 이동양을 감한 경우에도 순수한 치아이동양을 유추할 수 있다. 즉, 상악 전치와 구치의 순수 치아이동양은 치아 총이동양에서 A point의 이동양을 감한 값이며 Table 9는 이와 같은 방법으로 순수한 치아이동양을 구하였고 세 군간 순수 치아이동양을 비교하기 위해 Kruskal-Wallis test를 시행한 결과 수직적 및 수평적 이동양상 차이가 없는 것으로 나타났다.

Table 9. Amount of true maxillary dental movement

	Prepubertal		Pubertal		Postpubertal		
	Median	Range	Median	Range	Median	Range	Kruskal-Wallis test
Horizontal(mm)							
MxI	0.8	7.8	1.1	7.0	1.0	8.7	0.5693
MxM	1.5	8.1	1.3	10.5	1.6	6.8	0.9362
Vertical(mm)							
MxI	0.1	8.3	0.2	5.5	0.1	5.7	0.5667
MxM	1.4	5.1	1.6	7.3	1.0	5.1	0.1209

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

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

환자의 연령에 따른 치료 효과 비교에서 Merwin 등 (1997)은 8세 이전의 환자들(5-8세)과 8세 이후의 환자들(9-12세)을 비교하여 상악 구치의 하방 이동을 제외한 모든 항목에서 비슷한 정도의 골격 변화를 관찰하여 본 연구와 동일한 결론을 얻었으며, Sung과 Baik (1998) 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 등 (1993)도 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 등 (1998)은 4-7세군과 7-10세군이 10-14세군 보다 더 많은 apical base change(상악골과 하악골의 위치 변화)와 total molar correction(apical base change와 상악 구치와 하악구치 위치변화량을 합한 값)을 보인다고 하여 조기치료가 더 효과적이라고 하였다. Saadia와 Torres (2000) 또한 primary와 mixed dentition시기가 late dentition시기 보다 더 많은 sagittal change를 보인다고 하였고 Baccetti 등 (1998) 역시 혼합치열초기군(6.9±7세)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 pterygomaxillary sututre에서의 반응차이 때문이라고 하였다(Melsen과 Melsen, 1982). 즉, pterygomaxillary suture는 출생 후 성장하면서 점차적으로 interdigitation이 복잡해지기(complex) 때문에 유아기(infantile period)와 유년기(juvenile period)에는 pterygoid process와 palatine bone의 분리가 용이하나 사춘기(adolescence period) 이후에는 이것이 골절 없이는 이루어지기 어렵기 때문이라고 하였다. 하지만 이 연구는 dry skull과 autopsy material을 기초로 한 것이므로 기능적 요구에 따라 remodeling을 통한 적응력을 가지고 있는 살아있는 생명체에서의 반응은 다를 수

있다고 생각되며 정중 구개 봉합에 대한 연구를 살펴보면 rat의 정중 구개 봉합은 사춘기 및 사춘기 이후의 시기까지 분리가 가능하며 bone matrix formative capacity는 사춘기 이전과 동일하다는 보고가 있으며(Kanekawa와 Shimizu, 1998), Revelo와 Fishman (1994)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 연구(Revelo와 Fishman, 1994)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 유도(Ngan등, 1996)하였을 것으로 추측할 수 있다. 이것이 사춘기 환자에서도 상악골 전방견인 장치가 효과적으로 적용될 수 있었던 원인으로 생각된다.

한편, 본 연구에서 상악골 전방견인 장치에 의한 사춘기후군의 치료효과는 사춘기군과 사춘기전군에 비해 매우 미약하였으며 가장 주된 원인은 사춘기후군에서 상악골의 전하방 성장이 촉진되지 못한 점으로 이에 따라 이차적으로 하악골의 하방 이동과 후하방 회전도 더 적게 나타나게 되었다. 사춘기가 지난 환자의 상악골 전방견인 후 치료효과에 대한 연구는 매우 미비하며 소수의 임상증례 보고만 있을 뿐이므로 본 연구와 비교가 가능한 연구는 존재하지 않으나 사춘기 이후의 시기와 가장 근접한 나이의 실험군을 포함하는 연구들을 살펴보면 다음과 같다. Takada 등 (1994)은 prepubertal group(평균 7.8세)과 midpubertal group(평균 10.3세)에서 각각 1.51°와 2.04°의 SNA증가를 관찰한 반면 late pubertal group(평균 12.0세)에서는 0.94°의 증가만 관찰되었으며 대부분의 골격성, 치성 계측치에서 치료 후 유의할 만한 변화가 없었으므로 late pubertal group에서 상악골 전방견인 장치의 사용시 상하악골에 대한 치료효과가 매우 미약하다고 보아 본 연구와 유사한 결론을 얻었다. 반면 황 등 (1995)은 5.8세에서 14세까지의 환자들을 4개의 연령군으로 나누어 비교한 결과 치료 후 골격적 변화에 차이가 없었으므로 협조도만 적절하다면 14세의 나이라도 상악골 전방견인 장치에 의해 성공적인 치료가 가능하다고 하였다. 또한 Baik (1995)은 10세 이하군(평균 8.83세)과 10-12세군(평균 10.87세) 그리고 12세 이상군(평균 12.89세)을 비교한 연구에서 치

료 효과상 차이를 발견하지 못했다. 하지만 Baik (1995)의 연구에서는 연구대상의 수가 본 연구에 비해 훨씬 적었으며 각각의 연령군에서 남녀 비율을 동일하게 맞추지 않았는데 남녀 비율에 따라 각 연령군의 전반적인 골성숙도가 달라질 수 있으므로 연령군간 치료효과 비교가 정확하지 않을 수 있다. 또한 Fishman (1982)에 의하면 SMI 8-10으로 평가된 사람들, 즉 본 연구에서 사춘기후군에 해당되는 환자들의 평균 연대연령은 13.1-16.4세이므로 Baik (1995)의 12세 이상군(평균 12.89세)은 본 연구의 사춘기후군에 비해 성장잠재력이 더 많은 환자들이다. 따라서 상악골 전방견인에 대한 반응이 더 좋았을 것이며 이것은 10-12세군 그리고 10세 이하군과 비슷한 정도의 상악골 전방견인 효과가 관찰된 원인이라고 볼 수 있다.

상악골 전방견인 장치에 의한 사춘기후군의 치료효과가 사춘기군과 사춘기전군에 비해 적은 이유는 명확히 알 수 없으나 상악골 주위 봉합이 분리되는데에 실패했기 때문인 것으로 사료되며 이는 사춘기 이후에는 봉합내 조직이 소성 결합조직(loose connective tissue)에서 섬유성 결합조직(fibrous connective tissue)으로 바뀌면서(Kambara, 1977, Melsen과 Melsen, 1982) 세포 활성도가 떨어지는 것과 관련이 있는 것으로 생각된다. 또한 Revelo와 Fishman (1994)의 연구에 의하면 본 연구에서 사춘기후군은 정중 구개 봉합의 성숙이 본격화되는 시기이므로 분리가 힘들어져서 상악골 주위 봉합의 분리도 그만큼 어려웠을 것으로 본다.

상악골 전방견인의 적절한 치료시기는 사춘기전의 이른 시기라는 선학들의 주장과 달리 본 연구에서는 사춘기전군 뿐 아니라 사춘기군에서도 상악골 전방 견인에 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 전방 견인에 의한 치료로도 성공적인 안모개선을 이룰 수 있으며 이는 절충치료 또는 악교정 수술보다 여러 장점을 지니는 치료 방법이다. 더 나아가 사춘기에 시행하는 상악골 전방견인 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 치료방법이 될 것이다. 하지만 사춘기가 지난 환자에게

상악골 전방 견인 장치를 적용할 경우 골격적 효과 보다는 치성 효과가 더 큰 것으로 나타나서 더 어린 환자에게 적용할 때에 비해 그 효과가 감소할 수 있으므로 사춘기가 지난 환자에게 상악골 전방견인 장치를 적용하는 경우 그 한계를 인식하여 주의 깊은 선택을 하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

Ⅴ. 결론

상악골 전방견인 장치의 적절한 치료시기가 사춘기 이전의 이른 시기라는 주장이 합당한지와 사춘기가 지났으나 잔존성장이 남아 있다고 생각되는 사춘기후 시기에서의 전방견인 장치효과를 알아보기 위해 본 연구에서는 172명의 환자들을 대상으로 수완부골 방사선 사진을 촬영한 후 SMI 1-3으로 평가된 환자들을 사춘기전군으로, SMI 4-7로 평가된 환자들을 사춘기군으로, SMI 8-10으로 평가된 환자들을 사춘기후군으로 분류하여 상악골 전방견인에 대한 치료효과를 비교하였다. 평균 치료기간은 사춘기전군은 6.5개월, 사춘기군은 6.1개월, 사춘기후군은 7.5개월이었으며 치료전후의 측모두부방사선사진을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상악골의 전방 이동양은 사춘기전군과 사춘기군간 차이가 없었으며 사춘기후군에 비해 더 많은 양의 상악골 전방 이동을 보였다.
2. 상악골의 하방 이동양은 사춘기전군과 사춘기군간 차이가 없었으며 사춘기후군에 비해 더 많은 양의 상악골 하방 이동을 보였다.
3. 하악골의 하방 이동양과 후하방 회전양은 사춘기전군과 사춘기군간에는 차이가 없었으나 사춘기후군은 더 적은 양의 하악골 하방 이동양과 후하방 회전양을 보였다.
4. 치성 이동양은 사춘기전군과 사춘기군 그리고 사춘기후군간 차이가 없었다.

참고문헌

김경호, 백형선, 손은수: 부정교합 분류에 따른 초경시기와 골성숙도에 관한 연구. 대한치과교정학회지 28:581-9, 1998.

김경호, 성상진, 박소연: 경추골과 수완부골 방사선 사진을 이용한 골성숙도 평가. 대한치과교정학회지 28:285-95, 1998.

김경호, 최광철, 이지연: 한국 아동의 측모두부 수평기준선에 관한 연구. 대한치과교정학회지 29:251-65, 1999.

김태우, 장영일, 남동석: Face Mask의 치료 효과에 대한 후향적 고찰. 대한치과교정학회지 26:547-56, 1996.

이영지, 차경석, 이진우: 골격성 III급 부정교합 환자에서 상악골 전방견인시 일어나는 골격 변화 양상에 관한 연구. 대한치과교정학회지 28:533-46, 1998.

황충주, 경승현, 임중기: 골격성 제III급 부정교합 환자에 대한 상악골 전방견인 장치의 치료효과. 대한치과교정학회지 24:851-60, 1994.

Baccetti T, McGill JS, Franchi L, Mc Namara JA Jr, Tollaro I: Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 113:333-43, 1998.

Baik HS: Clinical results of the maxillary protraction in Korean children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 108:583-92, 1995.

Bergersen EO: The male adolescent facial growth spurt: its prediction and relation to skeletal maturation. *Angle Orthod* 42:319-38, 1972.

Bishara SE, Staley RN: Maxillary expansion: Clinical implications. *Am J Orthod* 91:3-14, 1987.

Bjork A, Helm S: Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. *Angle Orthod* 37:134-43, 1967.

Burstone CJ, James RB, Legan H et al: Cephalometrics for orthognathic surgery. *J Oral Surg* 36:269-77, 1978.

Campbell PM: The dilemma of Class III treatment: early or late? *Angle Orthod*

53:175-91, 1983.

Cozzani G: Extraoral traction and Class III treatment. *Am J Orthod* 80:638-50, 1981.

Delaire J: Considerations sur la croissance faciale (en particulier du maxillaire superieur). Deductions therapeutiques. *Rev Stomatol* 72:57, 1971.

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

Hagg U, Taranger J: Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod* 82:299-309, 1982.

Irie M, Nakamura S: Orthopedic approach to severe skeletal Class III malocclusion. *Am J Orthod* 67:377-92, 1975.

Ishii H, Morita S, Takeuchi Y, Nakamura S: Treatment effect of combined maxillary protraction and chincap appliance in severe skeletal Class III cases. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92:304-12, 1987.

Iwata R: The relation of complete fusion time on the distal phalanx of the first digit and mandibular growth. *J Jpn Orthod Soc* 53:1-9, 1994.

Jackson GW, Kokich VG, Shapiro PA: Experimental and postexperimental response to anteriorly directed extraoral force in young Macaca nemestrina. *Am J Orthod* 75:318-33, 1979.

Kambara T: Dentofacial changes produced by extraoral forward force in the Macaca irus. *Am J Orthod* 71:249-7, 1977.

Kanekawa M, Shimizu N: Age-related changes on bone regeneration in midpalatal suture during maxillary expansion in the rat. *Am J Orthod* 114:646-53, 1998.

Kang HS: A laser holographic study on the initial reaction of maxillofacial complex to maxillary protrtaction. *Korean J Orthod* 18:367-81, 1988.

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 Dentofacial Orthop* 113:204-12, 1998.

Kim JM, Viana MAG, Graber TM, Omerza FF, BeGole EA: The effectiveness of protraction facemask therapy: A meta analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115:675-85, 1999.

Kuroda T, Natori H, Kawanobe O: Prediction of the age at maximum pubertal growth ossification of the adductor sesamoid of thumb in Japanese children. *J Jpn Orthod Soc* 28:68-73, 1969.

Melsen B, Melsen F: The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod* 82:329-42, 1982.

Mermigos J, Full CA, Andreasen G: Protraction of the maxillofacial complex. *Am J Orthod* 98:47-55, 1990.

Merwin D, Ngan P, Hagg, U, Yiu C, Wei SHY: Timing for effective application of anteriorly directed orthopedic force to the maxilla. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 112:292-9, 1997.

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* 21:343-8, 1994.

Nanda R: Biomechanical and clinical considerations of a modified protraction headgear. *Am J Orthod* 78:125-39, 1980.

Nanda R: Protraction of maxilla in rhesus monkey by controlled extraoral forces. *Am J Orthod* 74:121-41, 1978.

Nartallo-Turley P: Effects of palatal expansion and facemask therapy on Class III malocclusion. *J Dent Res* 75:36, 1996 Special issue (IADR Abstracts).

Ngan P, Hagg U, Yiu C, Merwin D, Wei SHY: Treatment response to maxillary expansion and protraction. *Eur J Orthod* 18:151-68, 1996.

Proffit WR, White RPJr: Surgical orthodontic treatment, 1991, Mosby, ST Louis.

Proffit WR: Contemporary Orthodontics, 3rd ed. 1999, Mosby, ST Louis.

Revelo B, Fishman L: Maturational evaluation of ossification of the midpalatal suture. *Am J Orthod* 105:288-92, 1994.

Rygh P, Tindlund R: Orthopedic expansion and protraction of the maxilla in cleft palate patients-a new treatment rationale. *Cleft Palate J* 19:104-12, 1982.

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 Dentofacial Orthop* 117:669-80, 2000.

Salzman IA: Orthodontics in daily practice. 1974, JB Lippincott, Philadelphia.

Sarnas KV, Rune B: Extraoral traction to maxilla with facemask; A follow-up of 17 consecutively treated patients with and without cleft lip and palate. *Cleft Palate J* 24;95-103, 1987.

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. *J Jpn Orthod Soc* 55:545-8, 1996.

Sung SJ, Baik HS: Assessment of skeletal and dental changes by maxillary protraction. *Am J Orthod* 114:492-502, 1998.

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* 15:211-21, 1993.

Tollaro I, Baccetti T, Franchi L. Craniofacial changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 109:310-8, 1996.

Tollaro I, Baccetti T, Franchi L: Mandibular skeletal changes induced by early functional treatment of Class III malocclusion: a superimposition study. *Am J Orthod* 108:525-32, 1995.

Abstract

The effect of treatment timing on maxillary protraction treatment response

Ji-Hyun Lee

Department of Dentistry

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Kyung-Ho Kim)

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 show disagreement concerning the optimum treatment time of maxillary protraction. Therefore to date, there is no agreement about the optimum treatment time of maxillary protraction. In the current study hand-wrist X-Rays were taken from 172 patients and subjects were grouped into prepubertal, pubertal and postpubertal group according to the assessed skeletal maturity. Pretreatment and posttreatment lateral cephalometric X-Rays were taken and treatment effects were compared among the three groups. The average treatment time was 6.5, 6.1 and 7.5 months for each of these groups.

The obtained results were as follows:

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

Key words : maxillary protraction, optimum treatment time, skeletal maturity