

골격성 Ⅱ급 부정교합자의 악기능 장치
치료 후 인두기도공간의 장기적 관찰

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 세 민

골격성 Ⅱ급 부정교합자의 악기능 장치 치료 후 인두기도공간의 장기적 관찰

지도교수 김 경 호

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2012년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

한 세 민

한세민의 석사 학위논문을 인준함

심사위원_____인

심사위원_____인

심사위원_____인

연세대학교 대학원

2012년 6월 일

감사의 글

논문이 완성되기까지 아낌없는 지도와 조언을 해주신 김경호 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 그리고 항상 세심한 관심을 보여주시고 배움의 길을 인도해주신 정주령 교수님과 최윤정 교수님께도 깊이 감사 드립니다.

교정에 대한 많은 가르침을 주신 박영철 교수님, 백형선 교수님, 황충주 교수님, 유형석 교수님, 이기준 교수님, 차정열 교수님께도 감사 드립니다.

지난 4 년간 누구보다도 많은 시간을 같이 보내면서 교정학에 매진했던 양형주 선생에게도 감사의 마음을 전하며, 수련 과정 중 도움을 주었던 의국원 식구들에게도 고맙다는 말을 하고 싶습니다.

저에게 무한한 애정과 사랑을 주는 가족들에게 많은 신경을 쓰지 못해서 늘 미안하고 사랑한다는 말을 전하고 싶습니다. 끝으로 늘 저에게 힘이 되어주시는 주님께 감사 드립니다.

2012 년 6 월 한세민

차 례

그림 차례	ii
표 차례	iii
국문 요약	iv
I. 서론	1
II. 연구 대상 및 방법	4
가. 연구 대상	4
나. 연구 방법	6
1. 측모두부방사선 사진 촬영	6
2. 계측점 및 기준선	7
3. 길이 및 각도 계측 항목	9
4. 인두기도공간의 계측	11
5. 통계분석	13
III. 연구 결과	14
가. 치료 시작 전 남녀 인두기도공간 계측치 간 비교	14
나. 시기별 대조군과 실험군의 계측치 비교	16
다. 시기별 인두기도공간 계측치의 변화량 비교	20
라. 골격성 계측치와 인두기도공간 계측치간의 상호작용효과(interaction effect)	22
IV. 총괄 및 고찰	23
V. 결론	28
참고문헌	30
영문 요약	33

그림 차례

Fig. 1. Cephalometric landmarks, horizontal and vertical reference planes used in this study	8
Fig. 2. Linear and angular measurements to determine skeletal changes	10
Fig. 3. Measurements of pharyngeal airway	12
Fig. 4. Longitudinal changes of a distance within the pharyngeal airway area through the PNS–Ba line (D1)	18
Fig. 5. Longitudinal changes of the narrowest distance between the soft palate and the posterior pharyngeal wall (D2)	19
Fig. 6. Longitudinal changes of the narrowest distance between the base of tongue and the posterior pharyngeal wall (D3)	19
Fig. 7. Longitudinal changes of the area which boundaries defined as anteriorly soft palate and tongue base, posteriorly posterior pharyngeal wall, superiorly the line of D1 and inferiorly the line of D3	20

표 차례

Table 1. Mean age and number of subjects	5
Table 2. Cephalometric landmarks, horizontal and vertical reference planes used in this study	7
Table 3. Linear and Angular measurements to determine skeletal changes.....	9
Table 4. Measurements of pharyngeal airway.....	11
Table 5. Comparision of pharyngeal airway dimensions between male and female within each study and control group.	15
Table 6. Comparison of measurements between the control and the study group	17
Table 7. Changes of pharyngeal airway dimensions and area, standard deviations, and significance for the study and control groups.	21
Table 8. Interaction effects between skeletal measurements and pharyngeal airway dimensions.	22

골격성 II급 부정교합자의 악기능 장치 치료 후 인두기도공간의 장기적 관찰

본 연구는 성장기의 골격성 II급 부정교합자에서 악기능 장치 치료 후 인두기도공간의 변화를 관찰하고 장기적 유지 여부를 알아보고자 시행하였다.

48명의 성장기 아동을 대상으로 하여, 실험군은 골격성 II급 부정교합을 보이는 24명의 아동(평균 연령 11.6세, 남자 12명, 여자 12명)으로 대조군은 총생 등의 경미한 문제만 있으며 골격성 I급을 보이는 24명의 아동(평균 연령 11.0세, 남자 12명, 여자 12명)으로 구성되었다. 모든 아동은 초진 내원시 수완부방사선 사진 검사상 최대성장기 이전에 있었다. 실험군은 악기능 장치(II급 Bionator)로 악정형 치료를 시행한 뒤 고정식 교정 장치로 치료하였고, 대조군은 특별한 성장 치료 없이 관찰 후 영구치 맹출 뒤 고정식 교정장치로 치료하였다. 각 군은 초진(T1), 악기능 장치 치료 후(T1, 대조군에서는 실험군의 장치 착용 기간과 가장 근접해서 촬영한 방사선 사진을 이용), 성장 종료 후(T2)에 촬영한 측모두부방사선 사진에서 비인두 영역(D1), 상부 구인두 영역(D2), 하부 구인두 영역(D3)의 길이를 측정하고 인두기도공간의 면적(Area)을 측정하였다. 실험군의 T1-T0은 평균 2.0년, T2-T0은 8.3년이었고, 대조군에서는 각각 2.4년, 9.9년이였다. 측모두부방사선 사진 상에서 초진 시(T0) 각 군내의 성별간 인두기도공간의 차이는 Wilcoxon Rank sum test를 이용하여 분석하였으며, 시기별로 실험군과 대조군의 골격적 계측치 및 인두기도공간의 계측치는 Two sample t-test를 이용하여 비교하였다. 인두기도공간의 시기별(T1-T0, T2-T1, T2-T0) 변화의 비교는 paired t-test를 이용하였으며 각 군간의 인두기도

공간 변화량의 비교는 Two sample t-test를 이용하였다. 더불어 골격적 계측치와 인두기도공간의 관계를 알기 위해 linear mixed model을 이용하여 계측치 간의 상호 작용효과(interaction effect)를 구하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 초진 시(T0) 골격성 II급 부정교합자와 골격성 I급 부정교합자 모두 인두기도 공간의 계측치는 성별간 차이가 없었다. ($p>0.05$)
2. 초진 시(T0) 비인두 영역(D1)은 골격성 II급 부정교합자와 I급 부정교합자에서 유의성 있는 차이를 나타내지 않았으며($p>0.05$) 상부 구인두 영역인 연구개 후방과 인두후벽 사이의 가장 좁은 거리(D2), 하부 구인두 영역인 혀의 기저부 후방과 인두후벽 사이의 가장 좁은 거리(D3) 및 인두기도공간의 면적(Area)은 골격성 II급 부정교합자에서 골격성 I급 부정교합자보다 유의하게 작았다. ($p<0.05$)
3. 골격성 II급 부정교합자에서 악기능 장치 치료를 하고 난 후 인두기도공간의 증가는 골격성 I급 부정교합자의 정상적인 성장량과 비교하여 비인두 영역의 길이(D1)에서는 유의성 있는 차이가 없었으나($p>0.05$), 상부 구인두 영역(D2), 하부 구인두 영역(D3), 인두기도공간의 면적(Area)의 증가는 골격성 II급 부정교합자에서 골격성 I급 부정교합자보다 유의하게 더 컸다. ($p<0.005$)
4. 악기능 장치 치료 종료 후 성장 완료시기까지의 인두기도공간의 변화량(T2-T1) 및 성장완료시기(T2)의 인두기도공간 계측치는 골격성 II급 부정교합자와 골격성 I급 부정교합자에서 유의한 차이가 없었다. ($p>0.05$)

핵심되는 말 : 인두기도공간, 악기능 장치, 골격성 II급 부정교합

골격성 II 급 부정교합자의 악기능 장치

치료 후 인두기도공간의 장기적 관찰

연세대학교 대학원 치의학과

(지도 김 경 호 교수)

한 세 민

I. 서 론

골격성 II급 부정교합자에서 하악을 전방 위치시키는 악기능 장치는 하악 과두를 하악와로부터 이동시켜 과두 조직내에 압력을 감소시키고 과두 주위의 근육을 긴장시켜서 하악골의 부가적인 성장이 이루어지게 한다.(Woodside et al., 1987) McNamara and Bryan (McNamara and Bryan, 1987)은 동물 실험을 통해 악기능 장치에 의해 하악의 길이를 5-15% 증가 시킬 수 있음을 보고하였고 Marschner and Harris(Marschner and Harris, 1966)는 임상적으로 단기적으로는 악기능 장치가 하악골의 성장을 증가시킨다고 하였다. 그러나 II급 악기능 장치의 장기적인 효과에 대해서는 논란의 여지가 있다.(Bjork, 1951; Pancherz, 1997)

작은 하악을 가진 골격성 II 급 부정교합자들은 많은 경우에 있어서 호흡에 문제점을 가지고 있다.(Li, 2009) CBCT를 이용한 분석시 성인에서 골격성 II급 부정교합자들이 다른 골격군에 비해 인두기도공간이 유의하게 작은 것으로 나타났으며, (Grauer et al., 2009) 성장기의 아이들에서도 작은 하악골을 가진 골격성 II급 부정교합 아동들이 골격성 I급 부정교합 아동들에 비해 전체 인두기도공간이 작은 것으로 나타났다.(Kim et al., 2010) 골격성 II 급 부정교합 아동에 있어서 많은 임상가들은 치료적 개입이 없이는 하악골의 성장이 정상적으로 이루어져 자발적인 전후방적 관계의 수정이 이루어지는 않는다고 보고하였다.(Bishara et al., 1988; Subtelny, 1973; You et al., 2001) 따라서 골격성 II급 아동들은 성장 종료 후 성 인이 되어서도 골격성 II급일 확률이 높으며 인두기도공간 역시 정상군에 비해 작을 가능성이 높다.

성장기 아동에서 호흡에 이상이 있는 경우 수직적 안모의 심화, 골격성 II급 형태, 측방 치군의 반대 교합 등의 두개악안면 성장의 문제를 일으킬 수 있다.(Agren et al., 1998) 하지만 호흡에 방해되는 요인을 제거하여 호흡 기능을 회복시키면, 악골은 정상적으로 성장할 수 있음이 확인되었다.(Williams et al., 1991)

하악전방위치장치는 하악골의 전방 재위치와 함께 혀와 상설골근(Suprahyoid muscles)의 신장을 동반하므로 인두기도공간이 증가하여 호흡을 개선시키는 효과도 있다.(Rose et al., 2004) 하지만 이러한 II급 악기능 장치의 골격적인 효과에 대한 연구는 많이 이루어진 반면, 악안면 주위 연조직과 근육에 대한 효과는 많이 보고되지 않았다.(Hiyama et al., 2002)

Ozbek 등(Ozbek et al., 1998)의 연구에서는 골격성 II급 부정교합자에서 Harvold-type activator 를 이용하여 인두기도공간의 변화를 관찰하여 구인두 부분

의 증가를 보고하였다. 그러나 이 연구는 단기간(1.5~1.9년)의 관찰이었으며 high-pull headgear를 사용한 자와 사용하지 않은 자가 혼재되어 있어 단일 장치만의 효과만으로 보기는 힘들었다. Hanggi 등(Hanggi et al., 2008)은 성장기 골격성 II급 부정교합자에서 activator 치료 후 장기간(12.0년) 인두기도공간의 변화를 관찰하여 혀 기저부 후방의 인두기도공간의 단기적 증가 및 장기적인 유지를 보고하였다. 그러나 이 연구에서도 헤드기어와 악기능 장치를 같이 사용하였으며, 성장기 시기의 남녀 차이에 대한 고려 및 수완부방사선 사진 등을 이용한 성장 단계의 평가가 동반되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 악기능 장치만으로 치료한 골격성 II급 부정교합 환자들에서 인두기도공간의 변화를 보고 그 변화량이 성장 종료시까지 안정적으로 유지되는지에 대해 알아보고자 하였다. 또한, 이를 정상적인 성장을 가지는 골격성 I급 부정교합 환자들의 인두기도공간의 성장 변화와 비교하였다.

II. 연구 대상 및 방법

가. 연구 대상

이 연구의 대상은 후향적 연구 방법을 이용하여 초진 내원시 모두 수완부방사선 사진상 최대성장기 이전에 있는 총 48명의 성장기 아동으로 선정하였다. 하악골 열 성장을 동반한 골격성 II급 부정교합자 24명(남자 12명, 여자 12명)을 실험군으로 하였으며 평균 나이는 11.6세(남자 12.3세, 여자 10.8세)였다. 총생 등의 경미한 문제만 있는 골격성 I급 부정교합자 24명(남자 12명, 여자 12명)을 대조군으로 하였으며 초진 시 평균 나이는 11.0세(남자 12.0세, 여자 10.0세)였다. 실험군은 하악을 전방 위치시키는 악기능 장치(II급 bionator)를 장착하였으며 헤드기어 등의 구외 장치는 사용하지 않았다. 구성교합은 최소 3mm 이상 전방위치를 시켜 채득하였으며 전방이동량이 7-8mm 가 넘는 경우에는 두 번에 걸쳐서 장치를 제작하였다.

각 군은 초진(T1), 악기능 장치 치료 후(T1, 대조군에서는 실험군의 장치 착용 기간과 가장 근접해서 촬영한 방사선 사진을 이용), 성장 종료 후(T2)에 촬영한 측 모두부방사선 사진을 이용하였다. 실험군의 T1-T0은 평균 2.0년, T2-T0은 8.3년이었고, 대조군에서는 각각 2.4년, 9.9년이였다(Table1).

실험군의 선정 기준은 다음과 같다.

1. ANB > 5°
2. Overjet > 5mm
3. 수완부방사선 사진상 최대성장기 이전

4. 심한 골격성 비대칭이나 개방교합 등의 문제가 없는자(skeletal midline discrepancy < 2mm)
5. 성장기 치료기간 동안 악기능 장치(II급 bionator)를 하루 14시간 이상 장착한 자
6. 아데노이드 절제술 등의 호흡기 수술을 받지 않은 자

Table 1. Mean age and number of subjects (unit : year)

	Study group			Control group		
	T0	T1	T2	T0	T1	T2
Male (n=12)	12.3±1.0	14.2±1.1	20.2±1.9	12.0±0.9	14.0±1.2	20.2±1.4
Female (n=12)	10.8±1.1	13.0±0.7	19.5±2.5	10.0±0.7	12.8±0.7	21.6±2.4
Total (n=24)	11.6±1.3	13.6±1.3	19.9±2.2	11.0±1.2	13.4±0.5	20.9±2.1

T0, initial; T1, right after functional appliance treatment in the study group, after the same duration in the control group; T2, growth completion

나. 연구 방법

1. 측모두부방사선 사진 촬영

측모두부방사선 사진은 1.5m 떨어진 거리에서 직립자세로 cephalostat에 머리를 고정한 후 중심교합위 상태에서 촬영하였다.(Orthophos CD, Simens, München Germany) 촬영시 안와의 하연과 외이도의 상연(Frankfrot Horizontal plane)을 이 선이 바닥면에 평행하게 촬영하였으며, 촬영된 측모두부방사선 사진을 V-Ceph 6.0 (OSSTEM IMPLANT co. Ltd. Seoul, Korea) 프로그램을 이용하여 5개의 선계측, 4개의 각계측, 1개의 면적 계측을 행하였다. 계측시 사용된 계측점들의 정의는 Table 2와 Figure 1과 같다. 확대율은 100%가 되도록 촬영된 X-ray상의 ruler를 이용해 V-Ceph 프로그램 내에서 조정하였다. 모든 계측은 1인의 조사자가 하였으며 2주 간격으로 2회 계측을 통해 측정오류에 대한 검정을 시행하여 유의한 오차가 없음을 확인하였다.

2. 측점 및 기준선

본 연구에서 사용한 측점 및 기준선과 길이 측정항목의 정의는 다음과 같다.(Table 2, Fig 1) SN line에 대해 N point을 중심으로 7° 위로 올린 선을 수평 기준선으로 하였으며 수평 기준선에 수직이면서 sella의 전벽에 접하는 선을 수직 기준선으로 정하였다.(Baccetti et al., 1997)

S	Sella Turcica	The center of the pituitary fossa of the sphenoid bone
N	Nasion	The junction of the frontal nasal suture at the most posterior on the curve at the bridge of the nose
ANS	Anterior Nasal Spine	The tip of the bony anterior nasal spine in the median plane
PNS	Posterior Nasal Spine	The process formed by united projecting ends of the posterior borders of the palatal process of the palatal bone
A	A point	The deepest anterior point in concavity of anterior maxilla
B	B point	The deepest anterior point in concavity of anterior mandible
Pog	Pogonion	The most anterior point of bony chin

Table 2. Cephalometric landmarks and reference planes

Me	Menton	The most inferior point of bony chin
Go	Gonion	A mid-plane point at the gonial angle located by bisecting the posterior and inferior borders of the mandible
Ar	Articulare	A mid-plane point at the inter section of posterior ramus with inferior cranial base
Ba	Basion	The most forward and lowest point on the foramen magnum
H plane	horizontal reference plane	The line reconstructed 7° upward from the SN line pivoted on N point
V plane	vertical reference plane	The line perpendicular to the H plane and tangent to the anterior wall of sella

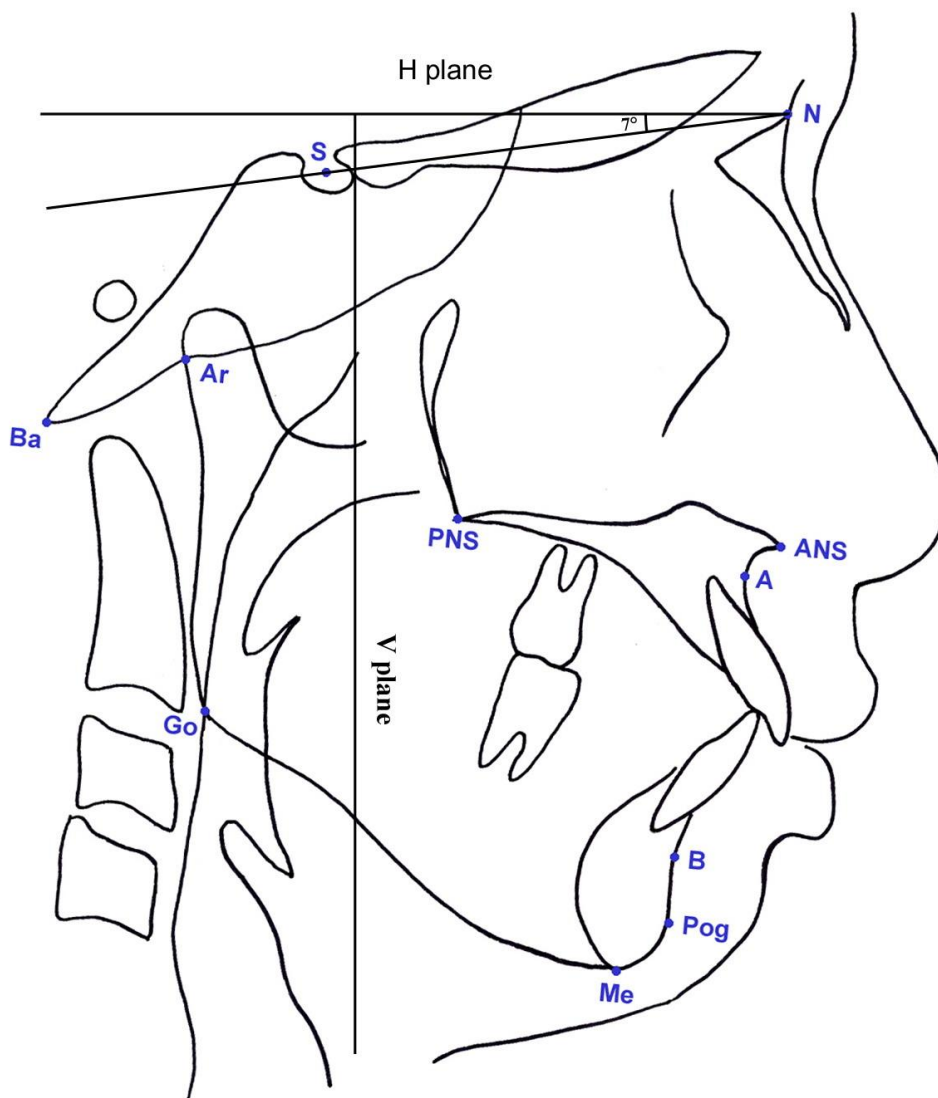


Fig. 1. Cephalometric landmarks, horizontal and vertical reference planes used in this study

See Table 2 for the abbreviations.

3. 길이 및 각도 측정 항목

본 연구에서 사용된 길이 및 각도 측정 항목은 다음과 같다. 수직 기준선에서 A point까지의 거리를 상악 기저골의 길이(Mx. base), B point 까지의 거리를 하악 기저골의 길이(Mn. base)로 정하였다. 각도는 SN line에 대해 상악 기저골이 이루는 각도인 SNA, 하악 기저골이 이루는 각도인 SNB 및 두 각도간의 차이인 ANB를 측정하였다. 하악골에서 하악골체와 하악지가 이루는 각도인 Gonial angle과 SN line에 대해 하악 평면이 이루는 각도인 Mandibular plane angle을 측정하였다(Table 3, Fig 2).

Table 3. Linear and Angular measurements to determine skeletal changes

Mx. base (maxillary base length)	The perpendicular distance of A-point to V plane
Mn. base (mandibular base length)	The perpendicular distance of B-point to V plane
SNA	The angle between SN line and N-A line
SNB	The angle between SN line and N-B line
ANB	Difference between the SNA and the SNB
Gonial angle	The angle formed by the intersection of the body of the mandible and the ascending mandibular ramus
Mandibular plane angle	The angle between the SN line and Mandibular plane

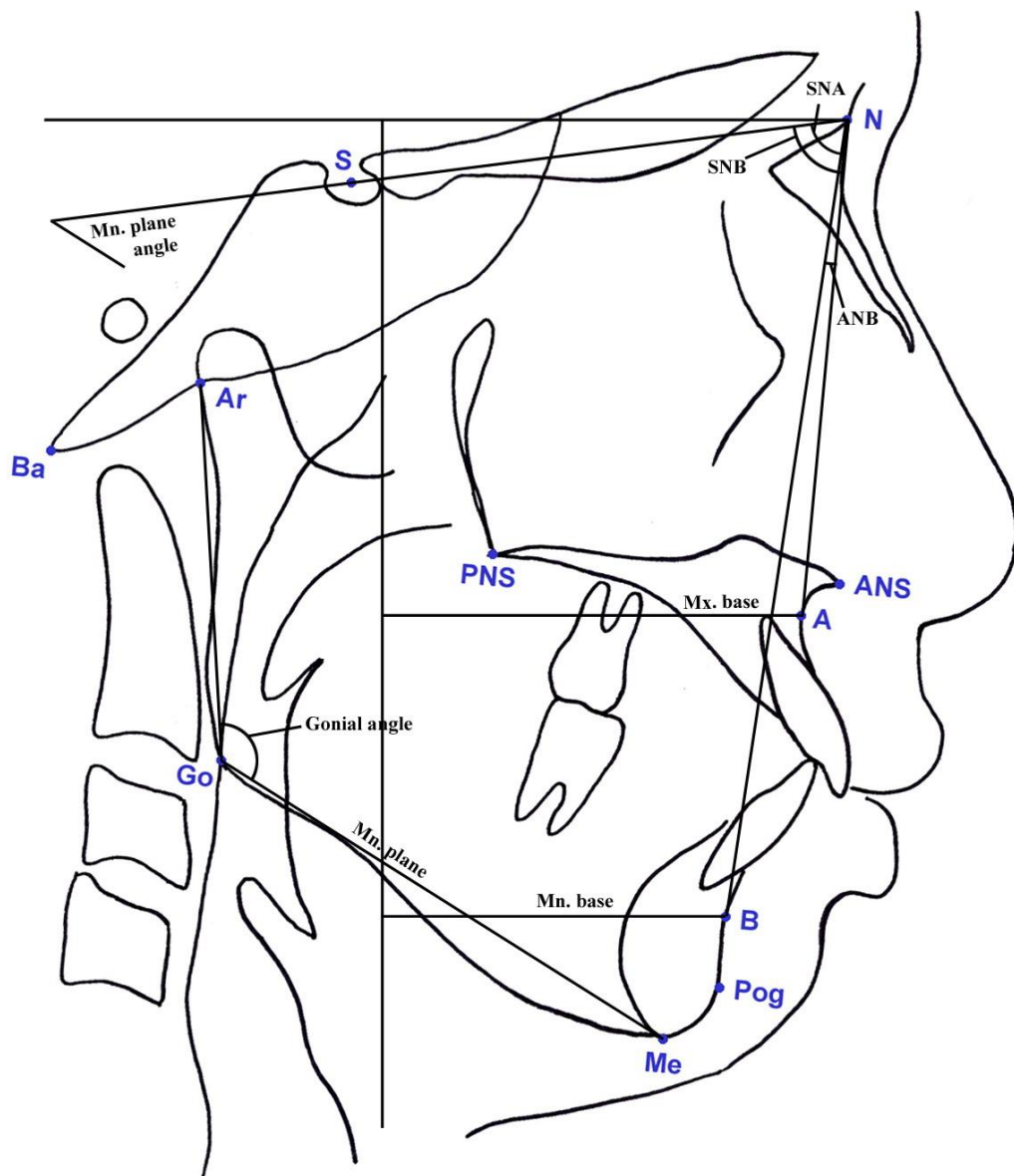


Fig. 2 Linear and angular measurements to determine skeletal changes

See Table 3 for the abbreviations.

4. 인두기도공간의 계측

본 연구에서 사용된 인두기도공간의 계측 항목은 다음과 같다.(Table 4, Fig 3) 비인두 영역을 측정하는 길이(D1)는 PNS와 Ba를 잇는 선상에서 인두기도공간에 해당하는 부분이며 상부 구인두의 길이(D2)는 연구개와 인두후벽사이의 가장 좁은 거리이고 하부 구인두의 길이(D3)는 혀 기저부 후방과 인두후벽사이의 가장 좁은 거리를 측정하였다.(Goncalves et al., 2006; Hanggi et al., 2008) 인두기도공간의 면적(Area)은 D1과 D3 사이의 인두기도공간의 면적을 측정하였다.

Table 4. Measurements of pharyngeal airway

D1 (mm)	A distance within the pharyngeal airway area through the PNS–Ba line
D2 (mm)	the narrowest distance between the soft palate and the posterior pharyngeal wall
D3 (mm)	the narrowest distance between the base of tongue and the posterior pharyngeal wall
Area (mm ²)	the pharyngeal airway area which boundaries defined as anteriorly soft palate and tongue base, posteriorly posterior pharyngeal wall, superiorly the line of D1 and inferiorly the line of D3

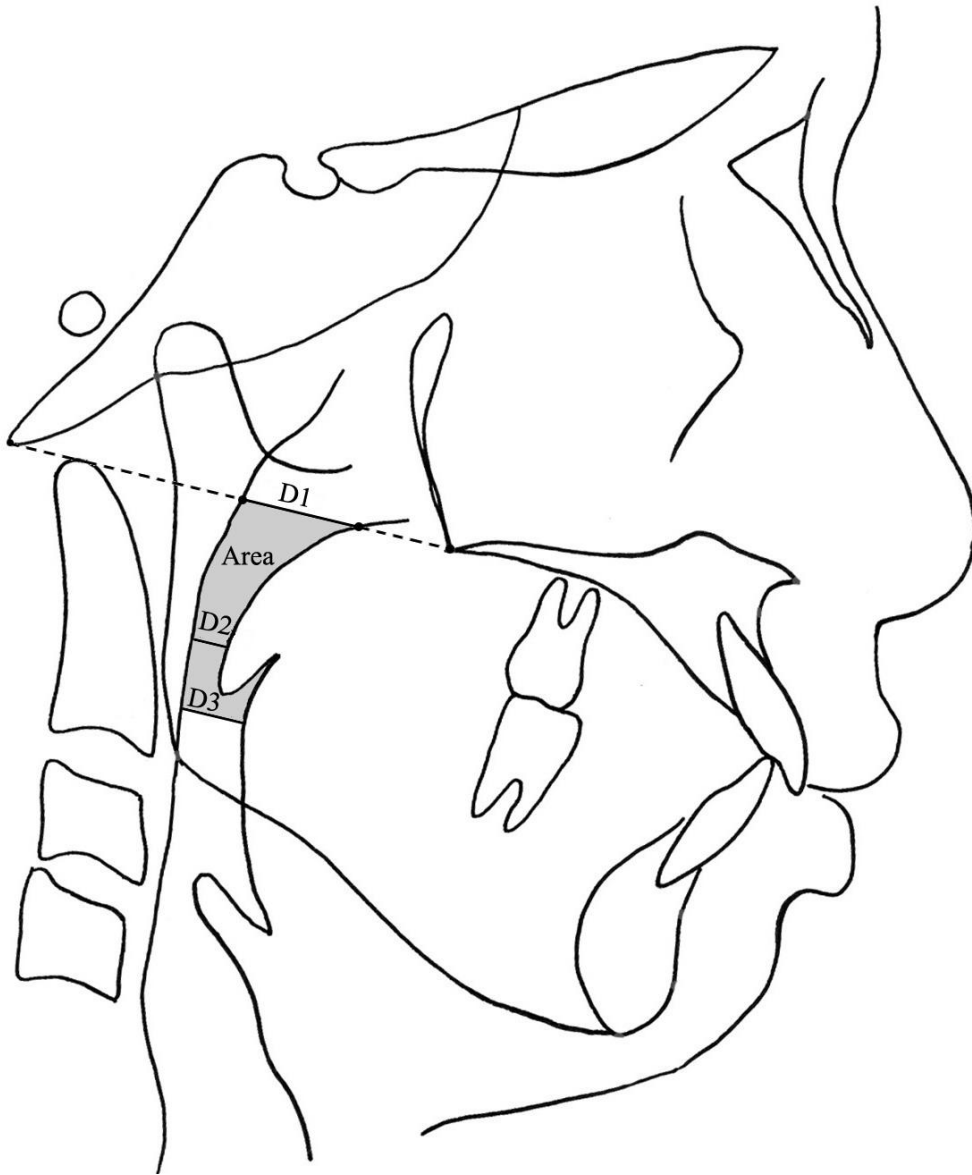


Fig. 3 Measurements of pharyngeal airway

See Table 4 for the abbreviations.

5. 통계분석

통계분석은 Statistical Package for Social Science 19.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) 를 이용하였다. T0에서 각 군의 인두기도공간의 성별 간 비교는 Wilcoxon Rank sum test를 이용하였으며 T0, T1, T2에서 실험군과 대조군의 비교는 Two sample t-test 를 이용하였다. 실험군과 대조군 각각의 군내에서 인두기도공간의 시기별(T1-T0, T2-T1, T2-T0) 변화의 비교는 paired t-test 를 이용하였으며 각 군간의 인두기도공간 변화량의 비교는 Two sample t-test를 이용하였다. 골격적 계측치와 인두기도공간의 관계를 알기 위해 linear mixed model 을 이용하여 계측치 간의 상호작용효과(interaction effect)를 구하였다.

III. 연구결과

가. 치료 시작 전 남녀 인두기도공간 계측치 간 비교

T0에서 남녀 인두기도공간 계측치는 치료군과 대조군 모두 비인두 영역(D1), 상부 구인두 영역(D2), 하부 구인두 영역(D3), 인두기도공간의 면적(Area)에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다($p>0.05$) (Table5).

Table 5 Comparson of pharyngeal airway dimensions between male and female subjects within each study and control group. Wilcoxon Rank Sum Test was used.

	Study group			Control group		
	Male	Female	Sig	Male	Female	Sig
	Median (min~max)	Median (min~max)		Median (min~max)	Median (min~max)	
D1(mm)	17.79(14.96~23.34)	18.71(14.55~22.39)	NS	16.25(13.41~20.68)	17.37(15.50~21.63)	NS
D2(mm)	8.40(6.17~10.26)	9.02(6.12~11.47)	NS	9.56(8.23~13.11)	10.33(8.83~13.74)	NS
D3(mm)	10.20(5.88~12.60)	9.75(6.07~11.54)	NS	10.03(6.99~14.55)	11.55(9.31~16.35)	NS
Area(mm ²)	486.84(387.1~681.7)	510.01(409.6~532.2)	NS	554.37(443.8~625.1)	579.64(443.4~740.7)	NS

See Table 4 for the abbreviations.

나. 시기별 대조군과 실험군의 계측치 비교

이번 연구에서 실험군과 대조군 각각의 시기별 계측치들은 Table 6과 같다. 실험군의 초진(T0)시 ANB 7.01° 가 악기능 장치 치료 후에 ANB 값이 5.10° 로 감소하였으며 상하악 간 기저골의 길이 차이인 Mx-Mn 도 처음 10.67mm 에서 8.48mm 정도로 2.19mm 감소되었다. 하지만 이러한 변화에도 불구하고 초진(T0)시에 실험군에서 대조군보다 유의성 있게 큰 값을 보인 ANB 값과 Mx-Mn 값은 악기능 장치 치료 후(T1)와 성장 종료 후(T2)에서도 실험군에서 대조군보다 유의성 있게 큰 값을 나타내었다.

초진 시(T0) 비인두 영역의 길이(D1)는 두 그룹간 유의성 있는 차이를 나타내지 않았으며($p>0.05$) 상부 구인두 영역의 길이(D2), 하부 구인두 영역의 길이(D3) 및 인두기도공간의 면적(Area)은 실험군에서 대조군보다 유의하게 작았다.(D2, $p<0.001$; D3, $p<0.05$; Area, $p<0.01$)

악기능 장치 치료 후(T1) 실험군의 인두기도공간은 전 영역에서 길이 및 면적 모두 대조군과 유의성 있는 차이가 없었으며($p>0.05$) 성장이 종료된 후(T2)에 인두기도공간 계측치 역시 실험군과 대조군간 유의성 있는 차이가 없었다($p>0.05$). (Table 6)

Table 6 Comparison of measurements between the control and the study group. Two sample t-test was used.

	T0			T1			T2		
	Study (Mean±SD)	Control (Mean±SD)	Sig	Study (Mean±SD)	Control (Mean±SD)	Sig	Study (Mean±SD)	Control (Mean±SD)	Sig
SNA(°)	81.46±3.38	79.30±1.99	*	81.54±3.03	79.71±2.66	*	81.58±2.98	80.82±2.99	NS
SNB(°)	74.45±3.31	76.36±2.90	NS	76.44±3.24	76.84±2.85	NS	77.01±3.80	78.65±3.94	NS
ANB(°)	7.01±1.70	2.94±0.43	***	5.10±1.58	2.87±0.51	***	4.57±1.75	2.17±0.59	***
Gonial angle(°)	121.45±5.43	122.15±5.34	NS	121.24±5.83	121.93±6.34	NS	120.22±5.43	120.83±6.64	NS
Mn. plane angle(°)	37.60±4.91	38.47±4.76	NS	37.83±5.39	38.18±5.04	NS	37.23±6.00	36.70±4.84	NS
Mx.base(mm)	62.36±4.24	60.02±3.43	NS	63.52±2.82	61.96±3.48	NS	64.89±2.95	64.43±3.91	NS
Mn.base(mm)	51.68±4.15	53.81±4.52	NS	55.04±3.54	55.70±5.08	NS	57.08±4.10	58.46±4.52	NS
Mx-Mn(mm)	10.67±2.00	6.20±1.82	***	8.48±2.18	6.26±1.86	**	7.82±2.62	5.96±1.81	*
D1(mm)	17.85±2.59	17.17±2.34	NS	20.09±2.42	19.33±2.56	NS	21.33±2.30	21.02±2.44	NS
D2(mm)	8.49±1.56	10.27±1.53	***	10.45±1.26	11.07±1.61	NS	10.96±0.91	11.84±1.70	NS
D3(mm)	9.75±1.78	11.28±2.22	*	11.21±2.12	12.43±2.39	NS	11.76±2.30	13.18±2.45	NS
Area(mm ²)	492.54±70.27	557.63±77.37	**	598.46±73.00	614.20±88.60	NS	635.47±67.69	654.40±73.74	NS

SD, standard deviation; Sig, significance; NS, not significant; * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$

T0, initial; T1, right after functional appliance treatment in the study group, after the same duration in the control group; T2, growth completion See Table 4 for the abbreviations.

다음은 인두기도공간 영역의 각 길이 및 영역 계측치를 대조군과 실험군에서 시기별로 나타낸 그래프이다. (Fig.4, Fig.5, Fig.6 and Fig.7)

비인두 공간의 길이인 D1의 경우는 T0부터 T1, T2 까지 전 기간에서 두 군간 유의성 있는 차이를 나타내지 않았다. ($p>0.05$)

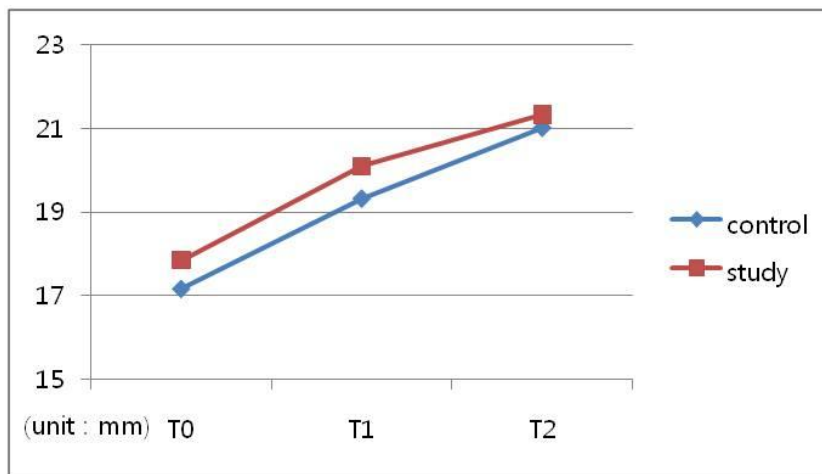


Fig.4 Longitudinal changes of a distance within the pharyngeal airway area through the PNS-Ba line(D1); T0, initial; T1, right after functional appliance treatment in the study group, after the same duration in the control group; T2, growth completion

D2, D3, Area의 경우 T0에는 유의성 있게 실험군에서 대조군보다 작았으나($p<0.001$) 이후 두 시기(T1,T2)에는 유의성 있는 차이가 없었다. ($p>0.05$)

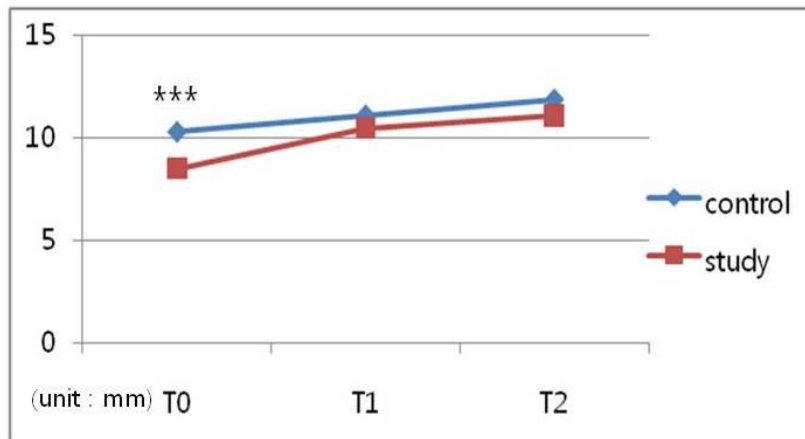


Fig.5 Longitudinal changes of the narrowest distance between the soft palate and the posterior pharyngeal wall (D2); T0, initial; T1, right after functional appliance treatment in the study group, after the same duration in the control group; T2, growth completion; * $p<0.001$**

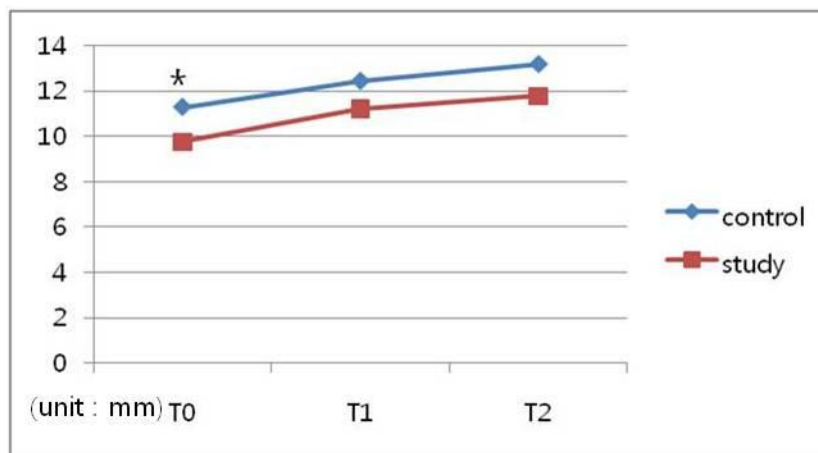


Fig.6 Longitudinal changes of the narrowest distance between the base of tongue and the posterior pharyngeal wall(D3); T0, initial; T1, right after functional appliance treatment in the study group, after the same duration in the control group; T2, growth completion; * $p<0.05$

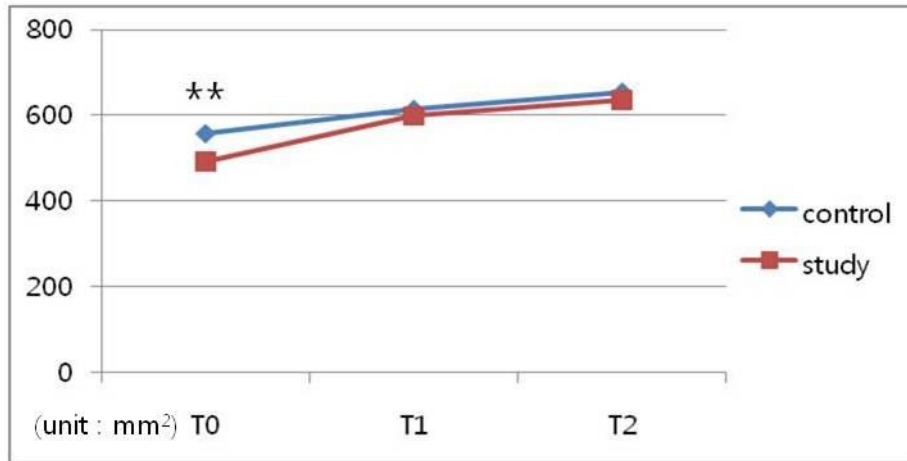


Fig.7 Longitudinal changes of the area which boundaries defined as anteriorly soft palate and tongue base, posteriorly posterior pharyngeal wall, superiorly the line of D1 and inferiorly the line of D3; T0, initial; T1, right after functional appliance treatment in the study group, after the same duration in the control group; T2, growth completion; ** $p < 0.01$

다. 시기별 인두기도공간 계측치의 변화량 비교

인두기도공간의 계측치는 각 군내에서 전 시기에(T1-T0, T2-T1, T2-T0) 걸쳐 실험군과 대조군 모두에서 유의성 있게 증가했다. T0에서 T1까지의 기간 동안은 비인두 영역(D1)에서는 두 군의 증가량이 유의한 차이가 없었으며($p > 0.05$) 상부 구인두 영역(D2), 하부 구인두 영역(D3), 인두기도공간의 면적(Area)은 실험군이 대조군보다 증가량이 더 많았다. (D2, $p < 0.001$; D3, $p < 0.05$; Area, $p < 0.001$) T1에서 T2까지의 인두기도공간 변화량은 실험군과 대조군 사이에 유의한 차이가 없었다. ($p > 0.05$) T0에서 T2까지의 전체 변화량은 비인두 영역(D1)에서만 유의성 있는 차이가 없었으며 나머지 영역에서는 실험군이 대조군에 비해 유의성 있게 큰 변화량을 보였다. (D2, $p < 0.01$; D3, $p < 0.05$; Area, $p < 0.001$)

Table 7 Changes of pharyngeal airway dimensions for the study and control groups.

Paired t-test was used for comparison of within each group; Two sample t-test was used for comparison between study and control groups

	T1-T0			T2-T1			T2-T0		
	Study (Mean±SD)	Control (Mean±SD)	Sig	Study (Mean±SD)	Control (Mean±SD)	Sig	Study (Mean±SD)	Control (Mean±SD)	Sig
D1(mm)	2.24±1.62**	2.16±1.96**	NS	1.24±1.16**	1.69±2.08**	NS	3.48±2.11**	3.85±2.49**	NS
D2(mm)	1.96±1.03**	0.79±1.45*	+++	0.51±0.75*	0.77±1.60*	NS	2.47±1.30**	1.57±1.80**	++
D3(mm)	1.46±1.24**	1.15±1.59**	+	0.56±1.18*	0.75±1.21*	NS	2.01±1.86**	1.89±1.89**	+
Area(mm ²)	105.91±65.85*	56.57±52.14**	+++	37.01±61.73*	40.20±49.46**	NS	142.91±83.14**	96.77±55.85**	+++

Sig, significance; NS, not significant; comparison of within each group * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$; comparison of between study and control groups + $p<0.05$; ++ $p<0.01$; +++ $p<0.001$

라. 골격성 계측치와 인두기도공간 계측치 간의 상호작용효과 (interaction effect)

Linear mixed model을 이용하여 골격성 계측치들(SNA, SNB, ANB, Gonial angle, Mandibular plane angle, Maxillary base, Mandibular base)과 인두기도공간 계측치들(D1, D2, D3, D4, Area)간의 상호작용효과(interaction effect)를 알아보았다. 인두기도공간의 면적(Area)과 SNB가 유의한 관계가 있는 것으로 나타났으며($p<0.001$) Gonial angle($p<0.0001$)과 Mandibular plane angle이 상부 구인두 영역인 D2 와 유의성 있는 관계를 나타내었다.($p<0.05$) 상하악간 기저골의 길이 차이인 Mx-Mn도 하부 구인두 영역인 D3 와 유의한 관계를 보였다.($p<0.01$)

Table 8 Interaction effects between skeletal measurements and pharyngeal airway dimensions.

Linear mixed model was used.

	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	Area (mm ²)
SNA (°)	NS	NS	NS	NS
SNB (°)	NS	NS	NS	***
ANB (°)	NS	NS	NS	NS
Gonial angle (°)	NS	***	NS	NS
Mn. plane angle (°)	NS	*	NS	NS
Mx.base (mm)	NS	NS	NS	NS
Mn.base (mm)	NS	NS	NS	NS
Mx-Mn (mm)	NS	NS	**	NS

NS, not significant; * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$

IV. 총괄 및 고찰

이번 연구를 통하여 성장기의 골격성 II급 부정교합자는 악기능 장치 치료의 효과로 구인두 부분에서 인두기도공간이 증가하며 그 증가량은 성장이 종료된 후까지 안정적으로 유지된다는 것을 알 수 있었다.

인두기도공간은 비인두, 구인두, 후두인두로 나뉘며 이중 비인두와 구인두 영역이 호흡에서 중요한 역할을 하는 부분이다. 비인두 영역에는 아데노이드가 있으며 아데노이드의 비대는 비인두기도공간의 감소를 가져와 구호흡을 유발할 수 있다. 구인두 영역에서의 좁은 인두기도공간은 호흡 기능의 부전을 초래하게 되며, 성장기 아동에서는 성장 호르몬 수치의 저하를 초래할 수 있으며 성인에서는 폐쇄성 수면 무호흡 증 등의 증상을 일으킬 수 있다.(Born et al., 1988; Spath-Schwalbe et al., 1995)

이번 연구 결과 비인두 영역은 최대 성장기 전에 골격성 II급 부정교합자와 정상적인 악골성장을 가진 대조군에서 유의성 있는 차이가 없었으며($p>0.05$) 악정형 치료 후와 성장 종료 후에도 두 군간 유의성 있는 차이가 없었다.($p>0.05$) 이는 비인두 영역이 골격의 형태보다는 아데노이드의 크기에 직접적으로 영향을 받으며 악정형 치료에 의해 변화되지 않는 부분이기 때문일 것이다.(Restrepo et al., 2011) 아데노이드는 남자 10세, 여자 9세 때 가장 큰 수치를 보인 후 점진적으로 감소하는데,(Hwang and Ryu, 1985) 본 연구에서 초진시 남자는 12.0~12.3세, 여자는 10.0~10.8세로 아데노이드 크기가 감소하고 있는 시점이었다. T0에서 T1사이에 D1은 2.16~2.24mm, T1에서 T2사이에 1.24~1.69mm 증가하는데 이것은 아데노이드의 크기 감소에 기인하였을 것이다.

구인두 영역에서는 기류의 흐름과 산소포화도 측면에서 횡단면상 가장 좁은 부분이 임상적으로 가장 중요한 의미를 가진다.(Avrahami and Englender, 1995) 본 연구에서도 상부 구인두 영역에서는 연구개 후방에서 인두후벽까지, 하부 구인두 영역에서는 혀의 기저부 후방에서 인두후벽까지 가장 좁은 거리를 계측에 이용하였다.

초진시 골격성 II급 부정교합 아동은 정상적인 악골 성장을 보이는 아동보다 상부 구인두 영역(D2, D3)과 인두기도공간의 면적(Area)이 유의성있게 작았으며, (D2, $p<0.001$; D3, $p<0.05$; Area, $p<0.01$) 이전의 연구에서도 성인과 아동 모두에서 하악골이 정상에 비해 작은 경우 구인두 부분의 인두기도공간이 유의하게 작음이 보고되었다.(Abu Allhaija and Al-Khateeb, 2005; Ceylan and Oktay, 1995) 후퇴된 작은 하악을 가지는 경우 혀나 연구개도 후방에 위치하기 때문에 인두기도공간도 좁아질 것이다.(Ozbek et al., 1998)

악기능 장치 치료 이후 골격성 II급 부정교합자에서 구인두 부분에 해당하는 인두기도공간이 증가하여 골격성 I급 부정교합자와 유사하게 되었는데 악기능 장치를 이용한 치료동안 인두기도공간의 정상적인 성장의 증가량을 초과하여 증가하였기 때문이다. 또한 악기능 장치 치료 후 성장 완료 시기까지 인두기도공간의 변화량과 성장 종료 후의 계측치 값도 두 군간 차이가 없었다. ($p>0.05$) 이는 성장기 악기능 장치 사용에 따라 인두기도공간이 증가되는 효과가 성장종료 시까지 잘 유지될 수 있음을 시사한다.

상부 구인두 영역은 이전의 연구에서 성장기 동안에 0.5mm 정도 성장한다고 보고되었으며(Hanggi et al., 2008) 본 연구에서는 골격성 I급 부정교합자에서 0.7mm 정도의 성장을 보였으며 같은 기간 장치를 장착한 골격성 II급 부정교합자에서는

1.96mm로 2배 이상의 증가가 일어났다. 하부 구인두 영역의 경우 골격성 II급 부정교합자에서 헤드기어와 악기능 장치 장착 후 하부 구인두 영역의 길이가 골격성 I급 부정교합자와 비슷하게 되었으며 성장 종료 후에는 오히려 더 증가하였음을 보고한 바 있다.(Hanggi et al., 2008) 이번 연구에서도 성장 종료후 골격성 II급 부정교합자들의 하부 구인두 영역은 평균 11.76mm로 하부 구인두 영역의 정상 수치인 10-12mm(McNamara, 1984) 범주 내에 있는 것이 확인되었다.

골격적인 계측치와 인두기도공간의 계측치 간의 연관성을 보았을 때 SNB 와 인두기도공간의 면적(Area)이 유의성 있는 상호작용효과(interaction effect)가 있는 것으로 나타났으며($p<0.001$) Gonial angle 및 Mandibular plane angle 은 상부 구인두 영역(D2)에서만 유의성 있는 상호작용효과를 보였다.($p<0.05$) 또한 상하악간 기저골의 길이 차이($Mx-Mn$)는 하부 구인두 영역(D3)과 유의성 있는 상호작용효과를 나타내었다. ($p<0.01$) 그러나 이 결과들은 골격적인 계측치와 인두기도공간의 정확한 상관관계를 나타내주지는 않기 때문에 향후 많은 표본수를 토대로 보다 구체적인 영향 관계를 분석하는 것이 필요할 것이다.

악기능 장치를 이용한 골격성 II급 부정교합의 치료는 상악골의 전방 성장을 제한하고 상악 치열에 보상적 반응을 일으키며 하악 구치의 개선과 함께 악관절과 glenoid fossa 에서의 재형성 및 연조직에 영향을 주어 골격적인 개선이 이루어지게 된다. (Marsan, 2007) 본 연구에서도 상하악간 관계에 있어서 ANB값은 1.91도, 상하악간 기저골의 길이 차이는 2.19mm 의 개선이 있었으며 그 증가된 양은 장치 치료 종료 후에도 안정적으로 유지되었으며 하악골의 만기 성장으로 약간의 개선이 더 있었다. 그러나 이러한 골격적인 변화만으로 인두기도 공간의 변화를 설명하기는 어

렵다. 폐쇄성 수면 무호흡증을 보이는 환자에서 하악을 전방위치 시키는 장치만으로도 혀 기저부 후방에서 0.8mm 가량의 인두기도공간의 증가를 얻을 수 있기 때문이다.(Battagel et al., 1999) 인두기도공간의 변화는 턱끝혀근(genioglossus muscle)의 근긴장도 증가로 인한 혀의 위치 변화와 연구개 및 다른 연조직의 위치 변화로 인한 결과가 더해졌을 것이다.(Hanggi et al., 2008)

따라서 전방위치 악기능 장치 치료 후의 인두기도공간의 증가는 인두기도공간의 정상성장과 위의 치료의 효과가 합해진 것이라 볼 수 있다.(Restrepo et al., 2011) 또한 골격성 II급에서 호흡 기능을 회복하기 위한 내재적 자극에 따른 ‘catch up growth’로 인해 인두기도공간이 증가되었을 수도 있다.(Ozbek et al., 1998) 따라서 순수한 치료의 효과만을 평가하기 위해서는 치료받지 않은 골격성 II급 아동과 치료한 골격성 II급 아동을 비교해야 할 것이다. 하지만 성장기동안 골격성 II급 부정교합을 치료하지 않고 장기간 관찰한 연구대상을 확보하는 것은 현실적으로 불가능하므로, 이번 연구에서는 총생동의 경미한 문제만 있는 골격성 I급 부정교합자를 대조군으로 택하여 비교 관찰하였다.

인두기도공간의 분석에 있어서 측모두부방사선 사진은 많은 연구에서 이용되어 왔으며 이전의 연구에서도 upper pharyngeal width 와 lower pharyngeal width 를 계측하여 인두기도공간을 분석하였다.(McNamara, 1984) 그러나 기도는 3차원적인 공간이며 측모두부방사선 사진으로는 시상면상의 인두기도공간의 길이 및 면적 등의 2차원적인 정보만을 제공할 수 있으며 부피 등에 관한 3차원적인 정보를 얻을 수는 없다. 즉, 인두기도공간의 횡적인 폭경은 측정이 불가능하며 이러한 이유로 최근 보편화된 CBCT를 이용한 3차원적인 기도의 분석이 많이 이루어지고 있다. (Grauer et

al., 2009; Lowe et al., 1995) 그러나 성장기 아동에서 치료의 목적이외의 3차원 영상의 정기적인 촬영은 불필요하며, 장기적인 추적 자료 역시 부족한 실정이다. 또한 기도는 3차원적인 공간이지만 전체 부피는 횡단면의 폭경 보다는 시상단면의 폭경의 변화량에 더 영향을 받으며(Park et al., 2010) 측모두부방사선 사진상에서 기도 공간 분석은 높은 재현성을 보이는 것으로 나타났다.(Finkelstein et al., 2001) 따라서 본 연구에서는 측모두부방사선 사진을 이용한 인두기도공간의 장기적인 변화를 관찰하였다.

이러한 2차원상의 시상적인 작은 증가량도 3차원적으로 인두기도공간의 단면적 상의 많은 변화가 나타날 수 있으며 이는 공기의 흐름에도 영향을 준다.(Hanggi et al., 2008) 따라서 측모두부방사선 사진상에서 작은 정도의 인두기도공간의 증가도 호흡부전 등의 증상 개선에 도움이 될 것이다. 성장기 아동에서 기능성 장치의 장착은 골격적인 개선이 이루어지면서 동시에 인두기도공간의 증가를 동반한 연조직의 변화가 일어나 조화로운 두개안면의 발달을 이루게 해준다. 그러나 향후 정확한 평가를 위해서는 앞으로 3차원적인 평가가 동반되는 것이 유리할 것이다.

V. 결론

성장기 동안의 좁은 인두기도공간은 정상적인 안면의 성장 및 호흡 부전 등의 기능적 문제를 야기할 수 있다. 본 연구에서는 성장기 골격성 II급 부정교합자를 악기능장치를 이용하여 치료한 후의 인두기도공간의 변화를 정상적인 악골 성장을 보이는 골격성 I급 부정교합자와 장기간 비교 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 초진 시(T0) 골격성 II급 부정교합자와 골격성 I급 부정교합자 모두 인두기도 공간의 계측치는 성별간 차이가 없었다($p>0.05$).
2. 초진 시(T0) 비인두 영역(D1)은 골격성 II급 부정교합자와 I급 부정교합자에서 유의성 있는 차이를 나타내지 않았으며($p>0.05$) 상부 구인두 영역인 연구개 후방과 인두후벽 사이의 가장 좁은 거리(D2), 하부 구인두 영역인 혀의 기저부 후방과 인두후벽 사이의 가장 좁은 거리(D3) 및 인두기도공간의 면적(Area)은 골격성 II급 부정교합자에서 골격성 I급 부정교합자보다 유의하게 작았다($p<0.05$).
3. 골격성 II급 부정교합자에서 악기능 장치 치료를 하고 난 후 인두기도공간의 증가량은 골격성 I급 부정교합자의 정상적인 성장량과 비교하여 비인두 영역의 길이(D1)에서는 유의성 있는 차이가 없었으나($p>0.05$), 상부 구인두 영역(D2),

하부 구인두 영역(D3), 인두기도공간 면적(Area)의 증가량은 골격성 II급 부정교합자에서 골격성 I급 부정교합자보다 유의하게 더 컸다($p<0.005$).

4. 악기능 장치 치료 종료 후 성장 완료시기까지의 인두기도공간의 변화량(T2-T1) 및 성장완료시기(T2)의 인두기도공간 계측치는 골격성 II급 부정교합자와 골격성 I급 부정교합자에서 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

성장기에 있는 골격성 II급 부정교합자에서 악기능 장치 치료는 구인두 영역에서 인두기도공간의 증가 효과가 있으며 이러한 변화는 성장이 종료된 시기까지도 일정하게 유지되었다. 성장기의 인두기도공간의 증가는 호흡에 관련된 문제를 해결함으로써 구강악안면계의 정상적인 성장 및 발달에 긍정적인 영향을 미치며 성인이 되어서의 수면무호흡증 등의 잠재적 위험성을 줄여줄 수 있다. 그러므로 적절할 치료적 개입으로 골격 관계를 개선해주게 되면 안모 및 치아치조성 관계의 개선 뿐 아니라 인두기도공간의 확장이라는 부가적 장점을 얻을 수 있다.

참고문헌

- Abu Allhaija ES, Al-Khateeb SN. Uvulo-glosso-pharyngeal dimensions in different anteroposterior skeletal patterns. *Angle Orthod* 75(6): 1012-1018, 2005.
- Agren K, Nordlander B, Linder-Aronsson S, Zettergren-Wijk L, Svanborg E. Children with nocturnal upper airway obstruction: postoperative orthodontic and respiratory improvement. *Acta Otolaryngol* 118(4): 581-587, 1998.
- Avrahami E, Englander M. Relation between CT axial cross-sectional area of the oropharynx and obstructive sleep apnea syndrome in adults. *AJNR Am J Neuroradiol* 16(1): 135-140, 1995.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr., Tollaro I. Early dentofacial features of Class II malocclusion: a longitudinal study from the deciduous through the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 111(5): 502-509, 1997.
- Battagel JM, Johal A, L'Estrange PR, Croft CB, Kotecha B. Changes in airway and hyoid position in response to mandibular protrusion in subjects with obstructive sleep apnoea (OSA). *Eur J Orthod* 21(4): 363-376, 1999.
- Bishara SE, Hoppens BJ, Jakobsen JR, Kohout FJ. Changes in the molar relationship between the deciduous and permanent dentitions: a longitudinal study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 93(1): 19-28, 1988.
- Bjork A. The principle of the Andresen method of orthodontic treatment a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases. *Am J Orthod* 37(7): 437-458, 1951.
- Born J, Muth S, Fehm HL. The significance of sleep onset and slow wave sleep for nocturnal release of growth hormone (GH) and cortisol. *Psychoneuroendocrinology* 13(3): 233-243, 1988.
- Ceylan I, Oktay H. A study on the pharyngeal size in different skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 108(1): 69-75, 1995.
- Finkelstein Y, Wexler D, Horowitz E, Berger G, Nachmani A, Shapiro-Feinberg M, Ophir D. Frontal and lateral cephalometry in patients with sleep-disordered breathing. *Laryngoscope* 111(4 Pt 1): 634-641, 2001.

- Goncalves JR, Buschang PH, Goncalves DG, Wolford LM. Postsurgical stability of oropharyngeal airway changes following counter-clockwise maxillo-mandibular advancement surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 64(5): 755-762, 2006.
- Grauer D, Cevidanes LS, Styner MA, Ackerman JL, Proffit WR. Pharyngeal airway volume and shape from cone-beam computed tomography: relationship to facial morphology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 136(6): 805-814, 2009.
- Hanggi MP, Teuscher UM, Roos M, Peltomaki TA. Long-term changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment. *Eur J Orthod* 30(6): 598-605, 2008.
- Hiyama S, Kuribayashi G, Ono T, Ishiwata Y, Kuroda T. Nocturnal masseter and suprahyoid muscle activity induced by wearing a bionator. *Angle Orthodontist* 72(1): 48-54, 2002.
- Hwang, Ryu. A longitudinal study of nasopharynx and adenoid growth of Korean children. *대한치과교정학회지* 15(1): 93-103, 1985.
- Kim YJ, Hong JS, Hwang YI, Park YH. Three-dimensional analysis of pharyngeal airway in preadolescent children with different anteroposterior skeletal patterns. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137(3): 306 e301-311; discussion 306-307, 2010.
- Li Y. Early orthodontic treatment of skeletal Class II malocclusion may be effective to prevent the potential for OSAHS and snoring. *Med Hypotheses* 73(4): 594-595, 2009.
- Lowe AA, Fleetham JA, Adachi S, Ryan CF. Cephalometric and computed tomographic predictors of obstructive sleep apnea severity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 107(6): 589-595, 1995.
- Marsan G. Effects of activator and high-pull headgear combination therapy: skeletal, dentoalveolar, and soft tissue profile changes. *Eur J Orthod* 29(2): 140-148, 2007.
- Marschner JF, Harris JE. Mandibular growth and class II treatment. *Angle Orthod* 36(1): 89-93, 1966.
- McNamara JA, Jr. A method of cephalometric evaluation. *Am J Orthod* 86(6): 449-469, 1984.
- McNamara JA, Jr, Bryan FA. Long-term mandibular adaptations to protrusive function: an experimental study in Macaca mulatta. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92(2): 98-108, 1987.

- Ozbek MM, Memikoglu TU, Gogen H, Lowe AA, Baspinar E. Oropharyngeal airway dimensions and functional-orthopedic treatment in skeletal Class II cases. *Angle Orthod* 68(4): 327-336, 1998.
- Pancherz H. The effects, limitations, and long-term dentofacial adaptations to treatment with the Herbst appliance. *Semin Orthod* 3(4): 232-243, 1997.
- Park JW, Kim NK, Kim JW, Kim MJ, Chang YI. Volumetric, planar, and linear analyses of pharyngeal airway change on computed tomography and cephalometry after mandibular setback surgery. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 138(3): 292-299, 2010.
- Restrepo C, Santamaria A, Pelaez S, Tapias A. Oropharyngeal airway dimensions after treatment with functional appliances in class II retrognathic children. *J Oral Rehabil* 38(8): 588-594, 2011.
- Rose EC, Germann M, Sorichter S, Jonas IE. Case control study in the treatment of obstructive sleep-disordered breathing with an intraoral protrusive appliance. *J Orofac Orthop* 65(6): 489-500, 2004.
- Spath-Schwalbe E, Hundenborn C, Kern W, Fehm HL, Born J. Nocturnal wakefulness inhibits growth hormone (GH)-releasing hormone-induced GH secretion. *J Clin Endocrinol Metab* 80(1): 214-219, 1995.
- Subtelny JD. "To treat or not to treat". *Int Dent J* 23(2): 292-303, 1973.
- Williams EF, Woo P, Miller R, Kellman RM. The Effects of Adenotonsillectomy on Growth in Young-Children. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 104(4): 509-516, 1991.
- Woodside DG, Metaxas A, Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 92(3): 181-198, 1987.
- You ZH, Fishman LS, Rosenblum RE, Subtelny JD. Dentoalveolar changes related to mandibular forward growth in untreated Class II persons. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120(6): 598-607; quiz 676, 2001.

ABSTRACT

Long-term changes of pharyngeal airway dimensions after treatment with functional appliance in skeletal Class II subjects

Seimin Han, D.D.S.

Department of Dental science, Graduate school, Yonsei University

(Directed by Prof. Kyung-Ho Kim, D.D.S., Ph.D.)

The aim of this study was to evaluate long-term changes of pharyngeal airway dimensions in growing skeletal Class II children after functional appliance treatment.

A total of 48 growing children who did not reach the growth peak were included in this study. The study group was composed of 12 boys and 12 girls (the mean age of 11.55) with skeletal Class II malocclusion. The control group was composed of 12 boys and 12 girls (the mean age of 11.01) with skeletal Class I malocclusion having mild dental problems only. The study group was treated with Class II bionator for 2 years on average. Three lateral cephalograms taken at T0(before treatment), T1(right after functional treatment in the study group, after the same duration in the control group), and T2(completion of growth) were used for measurements. Pharyngeal airway dimensions were analyzed for the following measurements; the lengths of the nasopharyngeal region (D1), the superior oropharyngeal region (D2), the inferior oropharyngeal region (D3), and the pharyngeal airway area (Area). The study and the control groups were compared at each time point using Two

sample t-test, and the dimensional changes during observation period were analyzed with paired t-test. The interaction effect was calculated by using the linear mixed model in order to identify the relation between skeletal measurements and pharyngeal airway dimensions. The following results were observed.

1. T0, there were no gender differences for the pharyngeal airway dimensions ($p>0.05$).
2. T0, D1 was not significantly different between the study and the control groups ($p>0.05$). However, D2, D3 and Area of the study group were significantly smaller than those of the control group ($p<0.05$).
3. During T1–T0 period, the increases D2, D3, and Area of the study group were significantly larger those of the control group ($p<0.05$), while there was no difference of D1 change between the two groups ($p>0.05$).
4. During T2–T1 period, the changes of pharyngeal airway dimensions were not significantly different between the two groups ($p>0.05$), and the measurements at T2 did not show the significant differences between the two groups ($p>0.05$).

In conclusion, Class II functional appliance can increase the pharyngeal airway dimensions in growing Class II patients, and the treatment effect is maintained until the completion of growth.

Keywords : pharyngeal airway, functional appliance, skeletal Class II