

폐쇄성 수면 무호흡증 환자에 있어서 하악 재위치 장치 장착과 체위에 따른 상기도 구조와 근활성도의 변화에 관한 EMG 및 두부방사선학적 연구

박 영 철¹⁾ · 배 응 권²⁾ · 이 정 권³⁾ · 이 중 석⁴⁾ · 김 태 관⁴⁾

폐쇄성 수면 무호흡증(obstructive sleep apnea, 이하 OSA로 표시)은 수면 도중 계속 반복 되어 일어나는 상기도 폐쇄로 인하여 무호흡증을 나타내는 장애(disorder)이다. 근래의 연구에 의하면 상기도 구조의 해부학적 요인뿐 아니라 생리적 요인도 무호흡 발생에 기여한다고 하였으며 또한 이설근이 상기도 유지에 중요한 역할을 한다고 하였다. OSA의 치료를 위해 다양한 술식이 시행되었으며 하악 재위치 장치를 통한 치료 역시 양호한 결과를 나타낸다고 하였다. 그러나 하악 재위치 장치 장착에 따른 구조적 생리적 작용기전에 대한 연구는 미비한 상태이다. 이에 본 저자는 연세대학교 치과대학병원 교정과에 내원한 OSA 환자 26명(남 17명 여 9명)과 일반 정상 성인 20명(남 10명 여 10명)을 대상으로 앙와위에서 장치 장착 전후의 두부방사선사진을 채득하여 장치에 따른 상기도의 구조 변화를 연구하고 두 군 사이의 장치 장착에 따른 효과를 비교하였으며, 또한 OSA 환자 14명(남 10명 여 4명)을 대상으로 체위 변화와 장치 장착에 따른 이설근 근전도 변화를 연구하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상기도 구조에 대한 두부계측학적 측정치 중 연구개의 길이, 연구개 최대 두께와 SPAS, MAS, VAL, H-HI, MP-H에서 정상군과 OSA군 사이의 통계적 유의차를 보였으며, IAS와 EAS는 두 군간에 통계적 유의차를 보이지 않았다.
2. 정상군과 OSA군 모두에서 장치 장착에 따라 후두개가 전방 이동하면서 후두개 수준(epiglottis level)의 기도 폭경은 증가하였고 연구개의 최대 두께가 변화였으며 설골은 전방 이동하였으나 두 군 모두 IAS에서는 다양한 반응을 나타내었다. 장치 장착에 따른 상기도 구조에 대한 효과는 두 군 사이에 서로 차이를 나타내었다.
3. 체위 변화에 따라 앙와위에서 이설근 근전도가 증가하는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었으며, 직립위와 앙와위 모두에서 하악 재위치 장치 장착시에 통계적으로 유의하게 이설근 근전도가 증가하였다.

하악 재위치 장치는 상기도의 해부학적 구조뿐 아니라 상기도 생리에도 영향을 미치는 것으로 생각되며 장치에 대한 반응은 정상군과 OSA군 사이에 차이를 나타내었고, 두 군은 상기도 생리에 있어서도 서로 다르다고 사료된다.

(주요단어 : 폐쇄성 수면 무호흡증, 상기도 구조, 하악 재위치 장치, 이설근 근활성도)

I. 서 론

폐쇄성 수면 무호흡증(obstructive sleep apnea, 이

하 OSA로 표시)은 수면 도중 계속 반복되어 일어나는 상기도 폐쇄로 인하여 무호흡증을 나타내는 장애이다.^{15,24} 질병의 특성상 수면 중에 발견되기 때문에 환자 본인은 잘 자각하지 못하고 주변의 사람들도 질병과 같이 수반되는 코골이 때문에 이를 인지하게 되어 사회 생활의 불편함 정도로만 생각되어져 왔다. 하지만 OSA가 진행됨에 따라 체성 고혈압(systemic hypertension), 우측 심부전증(right heart failure), 심부정맥(cardiac arrhythmia) 등과 같은 심혈관계의

¹⁾ 연세대학교 치과대학 교정학 교실, 교수

²⁾ Connecticut대학교 치과대학 교정학 교실, 조교수

³⁾ 연세대학교 의과대학 이비인후과학 교실, 교수

⁴⁾ 연세대학교 치과대학 교정학 교실, 전공의

* 본 연구는 1997년도 한국과학재단의 목적기초 연구비 지원으로 이루어 졌음

속발증을 유발하고 심한 경우 뇌 저산소증(cerebral hypoxia)으로 인한 돌연사(sudden death)와 같이 생명을 위협할 수 있는 심각한 상황을 초래할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 또한 충분한 수면을 취하지 못하게 되므로 개인의 성격 변화까지 야기할 수 있으며 교통사고율 증가, 실직 등으로 이어져 사회적인 문제로도 인식되는 실정이다.

상기도 폐쇄를 유발하는 정확한 병태 생리학적 기전에 대해서는 아직 밝혀져 있지 않다.

후방 후퇴되어 있거나 작은 하악골이 OSA의 소인이 된다고 하였으며^{31,50} OSA군에서 전안면 고경이 길고 설골이 보다 하방에 위치하며 인두 길이가 좁고 길다고 하였다. 상기도 구조의 조직학적 구성 또한 정상인과 다르다고 하였다.³²

하지만 깨어있는 OSA환자를 통한 연구에 의하면 정상군보다 구강인두 부위가 좁기는 하지만 모든 환자에서 좁은 것은 아니며^{18,49}, 깨어있는 상태의 상기도 크기나 공기 저항과 수면시의 폐쇄부위와는 상관관계가 적다고 하였다.^{20,21} 또한 근래의 연구에 의하면 수면시의 상기도 구조의 생리적 기능이 상기도 폐쇄의 시작과 유지, 해소에 밀접한 관계를 가진다고 하였다.^{6,45}

구내 장치 장착은 상대적으로 간단하고 환자의 협조를 구하기 쉬우며 부작용이 거의 없으므로 OSA의 치료를 위해 많이 시도되고 있으며 어느 정도 좋은 효과를 보인다고 하였으나^{5,36,48,57} 아직 장치 디자인에 있어서는 논란이 있으며 구내 장치의 구조적, 생리적 작용기전에 대한 연구도 미비한 상태이다.

이에 따라 저자는 (1)정상군과 OSA군에서 하악 재위치 장치가 상기도에 어떤 구조적 변화를 유발하는지와, 장치 효과가 두 군 사이에서 어떤 차이가 있는지를 연구하고 (2)OSA군에서 체위 변화가 이설근의 활성화에 미치는 영향에 대해 연구하며 (3)OSA군에서 하악골을 전방 위치시키는 하악 재위치 장치가 이설근의 활성화에 미치는 영향에 대해 연구하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

가. 연구대상

두부방사선 계측 연구는 실험군으로 OSA 환자 26명(남 17명, 여 9명)과 대조군으로 일반 정상 성인 20명(남 10명, 여 10명)을 대상으로 하였다(표 1). OSA 환자의 표본은 연세의료원 이비인후과에 수면중 코골

표 1. 두부 방사선 계측 연구에 사용된 실험군(OSA)과 정상군(control)의 자료들

Variables	OSA(N=26)		Control(N=20)	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Age(yrs)	44.42	13.34	24.4	0.99
Wt(kg)	65.33	7.41	60.3	9.58
Ht(cm)	164.8	6.92	168.5	7.41
BMI(kg/m ²)	23.85	2.54	21.14	2.19

표 2. 이설근 근전도 측정에 사용된 실험군(OSA)의 자료들

Variables	OSA(N=14)	
	Mean	S.D.
Age(yrs)	46.64	9.31
Wt(kg)	64.29	7.03
Hi(cm)	167.07	6.91
BMI(kg/m ²)	23.02	1.89

이와 무호흡증을 주소로 내원하여 다상성 수면도형 연구(polysomnographic study)와 무호흡지표(Apnea Index)를 포함한 임상검사를 통하여 OSA로 진단된 환자 중 본원 교정과에 의뢰되어 장치 치료에 양호한 반응을 보이고 3개월 이상 추적(follow-up)된 환자를 대상으로 하였으며 상기도 부위에 외상의 병력이 있거나, 종양을 포함한 기형구조와 전신적인 증후군을 가지거나, 악관절 기능 이상이 있거나 혹은 구내 장치에 양호하지 않은 반응을 보이는 성인은 대상에서 제외하였다. 정상군으로 전신 건강상태가 양호하며 상하악 골격관계 및 교합상태가 정상이고 악구강계의 기능에 이상이 없으며 1개 이상의 금관이나 보철물이 없고, 제 3대구치를 제외한 치아의 선천적 결손이 없는 연세대학교 치과대학 재학생으로 연세의료원 이비인후과의 임상검사를 통하여 코골이와 OSA의 병력이 없는 것으로 판단되는 남녀 각각 10명씩을 대상으로 하였다.

실험군 중에 14명(남 10명, 여 4명)을 대상으로 이설근 근전도 측정을 시행하였다(표 2).

나. 연구방법

1) 선정된 표본들은 각각 신장과 몸무게를 측정하여

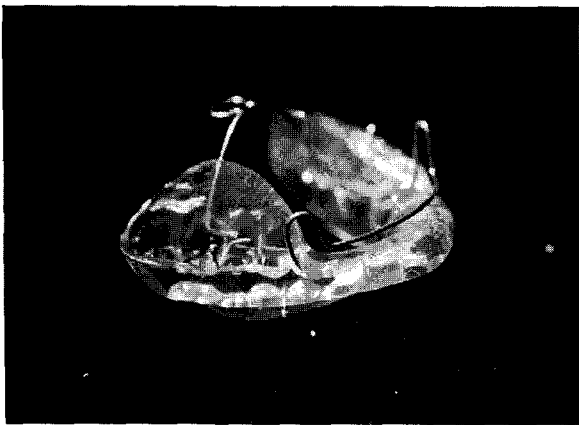


그림 1. 본원에서 사용한 하악골을 전방 이동시키는 OSA 치료장치

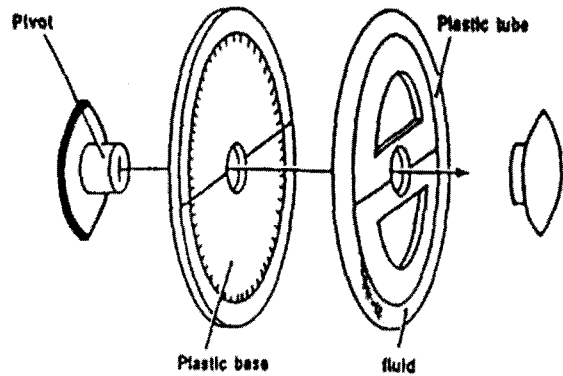


그림 2. FH 평면과 지표면의 각도를 계측하기 위한 장치. 촬영시의 두부 위치를 재현하기 위하여 사용하였다.

단위체표면에 대한 체중을 구하여 비만수치(BMI, Body Mass Index = Kg/m^2)를 구하였다.

2) 측모 두부방사선사진의 채득

(1) 대조군과 실험군의 표본에 있어서 각각 2번의 측모 두부방사선사진을 채득하였다. 먼저 양와위(supine position)에서 사진을 채득한 후 연구자가 고안한 하악골을 전방 이동시키는 OSA 치료장치(그림 1)를 양와위에서 장착하고 그 상태로 방사선사진을 1장 더 채득하였다. 양와위로 촬영시 각 표본의 수면 중의 두부 위치를 재현하기 위해 다양한 베개(pillow)를 이용하였고 개개인에 적합하고 편안한 상태에서 사진을 채득하였다. 이때 그림 2에 나타난 기구 중 plastic base를 이용하여 촬영상태의 두부 위치에서 frankfort horizontal 평면(이하 FH 평면으로 표시)과 지표면의 각도를 기록하였다.⁴²

모든 근육이 편안하고 하악골이 안정위(rest position)상태에서 숨을 내쉬 직후 호흡을 멈추어 상기도가 가장 좁아진 상태에서 방사선사진을 채득하였다.^{1,42}

- (2) 촬영방법은 F. F. D. 5ft, 70KVp, 10mA의 조건으로 연세대학교 치과대학병원 방사선과에 있는 Cranex 3+ Ceph[®]기계(Soredex-Finndent사제)에 10"×12" FUJI IP cassette를 이용하여 촬영한 후 FCR AC-3[®]기계(FUJI사제)에 FUJI MEDICAL CR film을 사용하여 출력하였다.
- (3) 묘사지 위에 그린 투사도 상에서 계측선과 계측점을 설정하고 각각의 거리계측을 0.1mm 계측단위

로 시행하였다.

(4) 계측점과 계측선

계측점

1. C3, third vertebra. 제 3경추의 최전하방점.
2. C4, fourth vertebra. 제 4경추의 최전하방점.
3. Et, tip of epiglottis. 후두개의 최상방점.
4. Eb, base of epiglottis. 후두개의 최심점.
5. H, hyoidale. 설골의 최전상방점.
6. P, palate point. 연구개의 최하방점.
7. RGN, retrognathion. 하악골 정중융합부 외형선상의 최후방점.

계측선(그림 3)

1. PNS-P, soft palate length. P점에서 PNS까지의 거리.(mm)
2. MPT, maximum palate thickness. PNS와 P를 연결한 선에 수직인 연구개의 최대 폭경.(mm)
3. SPAS, superior posterior airway space. Go-B평면에 평행한 연구개 1/2 지점에서의 연구개 후방의 기도 두께.(mm)
4. MAS, middle airway space. P점을 지나고 Go-B평면에 평행한 기도 두께.(mm)
5. IAS, inferior airway space. Go-B평면상에서의 기도 두께.(mm)
6. EAS, epiglottis airway space. Go-B평면과 평행한 인두후벽과 후두개가 가장 가까운 점에서의 기도 두께.(mm)
7. VAL, vertical airway length. PNS와 Eb까지의 거리.(mm)

8. C3-H. C3에서 H까지의 거리.(mm)
9. MP-H. H에서 하악 평면까지의 수직거리.(mm)
10. H-H1, vertical hyoid. H에서 C3-RGN plane까지의 거리.(mm)
11. H-RGN, horizontal hyoid. H에서 RGN까지의 거리.(mm)
12. PPMPA. 구개 평면(palatal plane)과 하악 평면(mandibular plane)이 이루는 각도.(°)
13. EPIX. 상악의 교합 평면(occlusal plane)에 평행한 평면상에서 장치를 사용함에 따라 후두개가 움직인 수평거리.(mm)
14. EPIY. 상악의 교합 평면에 수직인 평면상에서 장치를 사용함에 따라 후두개가 움직인 수직거리.(mm)
15. HYOIDX. 상악의 교합 평면에 평행한 평면상에서 장치를 사용함에 따라 설골이 움직인 수평거리.(mm)
16. HYOIDY. 상악의 교합 평면에 수직인 평면상에서 장치를 사용함에 따라 설골이 움직인 수직거리.(mm)
17. X move. 상악의 교합 평면에 평행한 평면상에서 장치를 사용함에 따라 하악 전치의 절단연(incisal tip)이 움직인 수평거리.(mm)
18. Y move. 상악의 교합 평면에 수직인 평면상에서 장치를 사용함에 따라 하악 전치의 절단연이 움직인 수직거리.(mm)

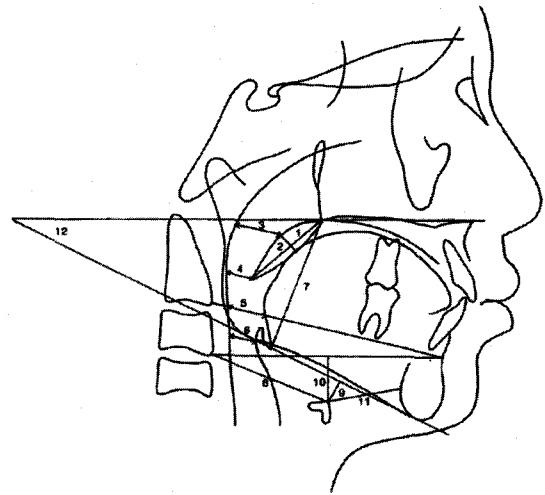


그림 3. 본 연구에 사용된 측정점과 측정선

3) 이설근 EMG 측정

(1) 측정기구

각각의 표본에게 Biopak system(Bioresearch Inc. USA) 중 근육활성(muscle activity)을 측정하는 기구인 BioEMG를 장착하였다. sweep speed는 40ms/div로 하며 calibration은 20uv/cm으로 하였다.

(2) 전극

이설근 EMG 측정을 위해서 직경 1.5mm인 은으로 된 구형 전극(electrode)을 편측당 2개씩 사용하였다. 개개인의 하악모형을 채득하여 하악의 설측에 이설근의 주행방향에 따라 10mm 간격으로 전극을 위치시켰으며 Hawley appliance를 제작한 후 장치를 통해 전극이 위치되도록 하였다(그림 4). 보조전선(ground wire)의 연결을 위해 목의 측면에 하나의 전극을 위치시켰으며 직경 10mm인 얇은 은판 양극 표면전극을 사용하였다.

전방 및 수직 이동량을 재현하기 위해 Exaflex®

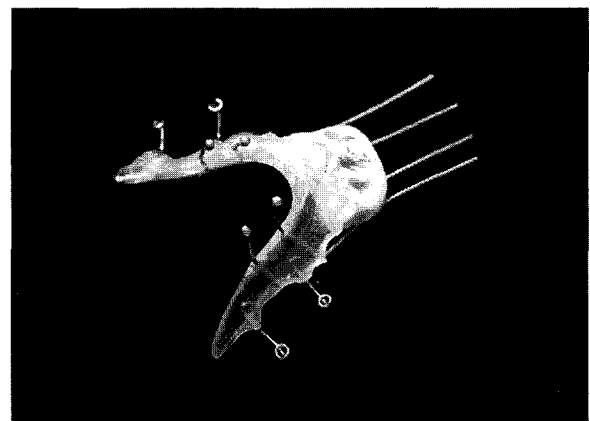


그림 4. 이설근 EMG 측정을 위해 전극을 부착한 Hawley appliance

(GC America inc.사제) putty type을 이용하여 전치부 biteblock을 부착하였다.

(3) 측정

측정은 OSA군에서 4회의 측정을 시행하였다.

먼저 직립위(uprighting position)에서의 1차 측정을 시행하였다. 피검자로 하여금 정면을 보고 편안히 앉게 하고 머리를 기대지 않은 상태에서 FH평면과 바닥이 평행하도록 위치시키고 편안히 긴장을 풀면서 하악골이 안정위(rest position)에 위치하도록 유도하였다. 이 상태에서 수차례 반복하여 안정된 진폭이 얻어지면 근전도를 측정하였다. 적어도 3분 후에 재측정

하였고⁹⁰⁰ 3회 측정하여 중간값(median)을 택하였다.

그리고 양와위(supine position)에서 2차 측정을 시행하였다. 2차 측정은 두부측방사선사진 채득시 기록되었던 체위를 그림 2의 장치를 이용하여 재현하고 피검자가 편안히 긴장을 풀면서 하악골이 안정위(rest position)에 위치하도록 유도하였다. 이 상태에서 수차례 반복하여 안정된 진폭이 얻어지면 근전도를 측정하였으며 동일한 방법으로 3회 측정하여 중간값(median)을 택하였다.

그리고 전극을 부착한 Hawley appliance의 전방부에 Vinyl Polysiloxane impression material인 Exafflex[®](GC America inc.사제) putty type을 부착한 후 구내 장치의 전방 및 수직 이동량을 재현하여 bite를 채득(그림 4), Hawley appliance장착 후에 위와 동일한 방법으로 직립위(uprighting position)와 양와위(supine position)에서 이설근 EMG를 각각 측정하였다.

4) 통계처리

이상의 계측치에 대하여 SAS(Statistical Analysis System) program(Version 6.04)을 이용하여 통계처리하였다. 모든 계측 항목에 대해 평균값 및 표준편차를 구하였고 paired t-test를 시행하여 장치 장착에 따른 각각의 측도 두부방사선 계측치의 변화의 유의성을 검증하였으며 Student t-test를 시행하여 OSA 환자군(실험군)과 정상군(대조군)의 계측항목의 유의성을 검증하였다. 두 군 모두에서 Pearson correlation analysis를 시행하여 구내 장치 장착 전후의 하악 이동량과 두부방사선 계측치들의 변화의 상관계수를 산출하였다.

또한 OSA환자군에서 직립위(uprighting position)와 양와위(supine position)에서 측정한 이설근 EMG 계측치 및 구내 장치 장착 전후의 이설근 EMG 계측치를 Wilcoxon signed rank test를 시행하여 EMG 변화의 통계적 유의성을 검증하였다.

III. 결 과

1. 정상군과 OSA군과의 상기도 구조적 계측

정상군과 OSA군의 상기도 구조에 대한 계측치와 두 군 사이의 계측치간의 통계적 유의차를 표 3에 요약하였다.

연구개의 길이, 연구개의 최대두께, SPAS, MAS,

표 3. 장치 장착전 Control 군과 OSA군의 각 구조의 계측치 및 두 군사이의 통계적 유의성

Variables	Control	OSA	significance
	mean±S.D.	mean±S.D.	
PNS-P	40.09±4.59	43.32±4.34	*
MPT	9.55±1.49	10.75±1.66	*
SPAS	11.47±2.82	9.10±2.53	**
MAS	9.40±3.22	7.21±6.13	**
IAS	11.43±3.46	10.81±3.27	
EAS	5.79±2.15	5.47±3.19	
VAL	63.86±5.84	69.29±8.54	*
C3-H	42.35±4.42	42.56±5.37	
H-H1	3.93±3.89	12.94±6.15	***
MP-H	7.25±6.00	15.10±5.84	***
H-RGN	38.68±5.68	35.62±4.95	
PPMPA	24.03±5.62	28.85±8.03	*

*significant at the level of P<0.05

**significant at the level of P<0.01

***significant at the level of P<0.001

VAL, H-H1, MP-H에서 두 군간의 통계적 유의차를 보였으며, IAS와 EAS는 두 군간에 통계적인 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. 장치 장착에 따른 상기도 구조의 변화

장치 장착에 따른 변화와 이에 대한 두 군간의 통계적 유의차를 표 4와 표 5에 요약하였다.

EAS는 장치 장착에 따라 두 군 모두에서 통계적으로 유의하게 증가하였고 SPAS는 정상군에서만 유의하게 증가하였다. 연구개의 최대 두께, MAS, IAS는 두 군 모두에서 증가 혹은 감소하는 다양한 결과를 나타내었고 후두개는 두 군 모두에서 인두후벽에 대해 전방 이동하는 경향을 나타내었으나 수직적으로는 다양한 반응을 보여 OSA군에서는 전상방으로 이동하는 개체가 많았고 정상군에서는 하방으로 이동하는 개체가 많았다(그림 5, 6). 설골은 대체로 두 군 모두에서 하악의 전방 이동과 함께 인두후벽에 대하여 전방 이동하였으나 수직적으로는 다양한 변화를 나타내었고, 하악골에 대하여 상방으로 이동하는 경향을 나타내었는데 특히 OSA군에서 그런 경향이 두드러졌다. 하악골 symphysis에 대하여 설골은(H-RGN) 두 군 모두에서 후방 이동하였다(그림 7, 8, 9, 10).

표 4. 장치 장착에 따른 Control군과 OSA군의 각 계측치의 변화량 및 두 군사이의 통계적 유의성

Variables	Control	OSA	significance
	mean±S.D.	mean±S.D.	
PNS-P	-0.6±2.47	0.22±2.79	
MPT	-0.85±1.24	-0.83±1.97	
SPAS	1.97±2.07	0.91±2.38	
MAS	-0.14±1.73	0.38±1.82	
IAS	-0.49±3.01	0.34±2.43	
EAS	0.74±1.64	0.81±1.76	
VAL	0.43±3.46	-0.60±5.02	
C3-H	0.80±1.56	0.58±1.85	
H-H1	-0.43±3.05	-4.58±5.65	**
MP-H	-0.98±3.64	-3.85±6.20	
H-RGN	4.30±2.71	1.85±3.47	*
PPMPA	0.80±1.36	1.65±3.11	
EPIX	0.68±1.88	0.58±1.56	
EPIY	-0.35±2.35	0.73±3.39	
HYODX	1.12±1.53	0.31±1.63	
HYODY	-0.65±3.24	0.02±5.15	
X move	5.59±1.65	6.20±1.89	
Y move	-4.18±2.62	-6.52±3.51	

*significant at the level of P<0.05
 **significant at the level of P<0.01
 ***significant at the level of P<0.001

표 5. 장치 장착에 따른 구조 변화의 통계적 유의성

Variables	Control	OSA
PNS-P		
MPT	**	*
SPAS	***	
MAS		
IAS		
EAS	*	*
VAL		
C3-H	*	
H-H1		***
MP-H		***
H-RGN	***	*
PPMPA	*	*

*significant at the level of P<0.05
 **significant at the level of P<0.01
 ***significant at the level of P<0.001

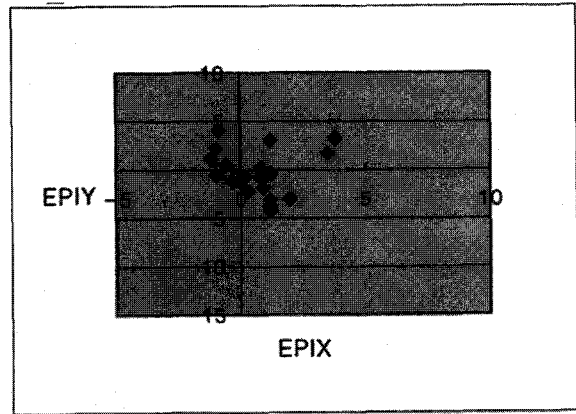


그림 5. Control군의 후두개의 인두후벽에 대한 위치 변화 X축에서 값의 증가는 전방 이동을, Y축에서 값의 증가는 상방 이동을 의미한다.

EPIX : 상악의 교합 평면에 평행한 평면상에서 장치 사용함에 따라 후두개가 움직인 수평 거리.(mm)
 EPIY : 상악의 교합 평면에 수직인 평면상에서 장치 사용함에 따라 후두개가 움직인 수직 거리.(mm)

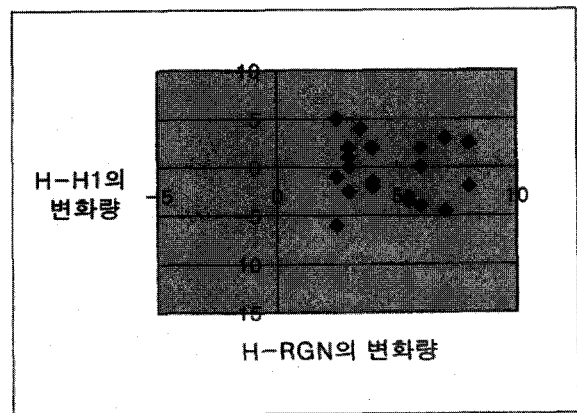


그림 6. OSA군의 후두개의 인두후벽에 대한 위치 변화

정상군에서는 장치 장착시 SPAS, EAS, 연구개의 최대두께, C3-H, horizontal hyoid(H-RGN)의 변화가 통계적으로 유의하였고, OSA군에서는 EAS, 연구개의 최대두께, MP-H, horizontal hyoid(H-RGN)가 장치 장착에 따라 통계적으로 유의하게 변화하는 것으로 나타났으며 C3-H에 영향을 주는 경향을 나타내었다.

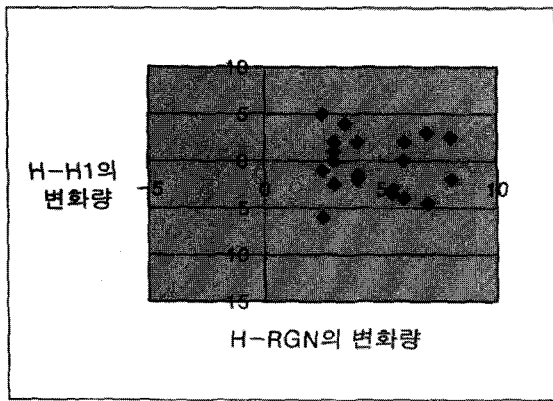


그림 7. Control군의 하악골에 대한 설골의 위치 변화
 X축에서 값의 증가는 하악골에 대한 후방 이동의 미하고
 Y축에서 값의 증가는 하악골에 대한 하방 이동의 미한다.
 H-H1 : H에서 C3-RGN plane까지의 거리.(mm)
 H-RGN : H에서 RGN까지의 거리.(mm)

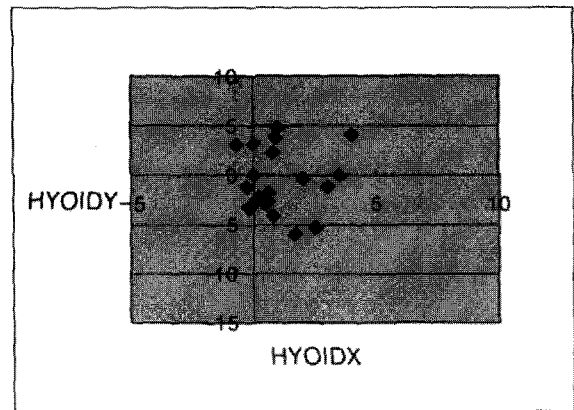


그림 9. Control군의 설골의 인두후벽에 대한 위치 변화
 X축에서 값의 증가는 전방 이동을, Y축에서 값의 증가는 상방이동을 의미한다.
 HYOIDX : 상악의 교합 평면에 평행한 평면상에서 장치를 사용함에 따라 설골이 움직인 수평거리.(mm)
 HYOIDY : 상악의 교합 평면에 수직인 평면상에서 장치를 사용함에 따라 설골이 움직인 수직거리.(mm)

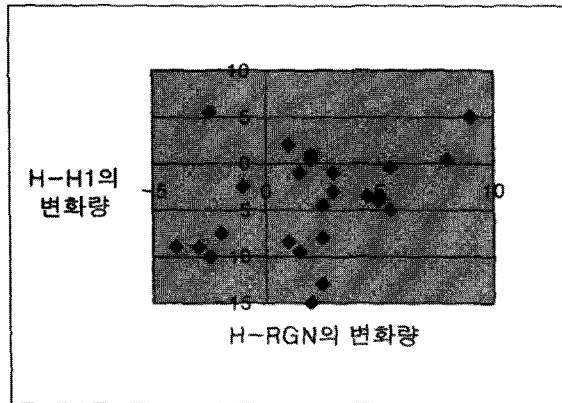


그림 8. OSA군의 하악골에 대한 설골의 위치변화

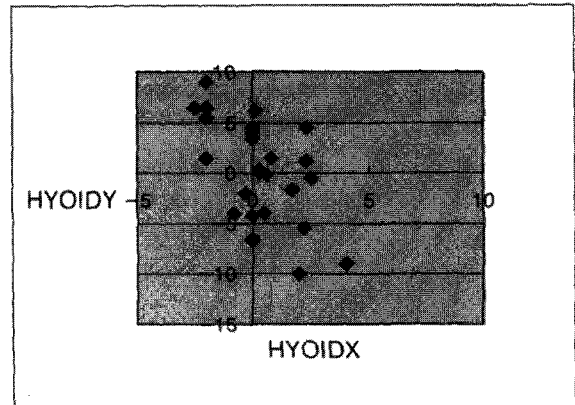


그림 10. OSA군의 설골의 인두후벽에 대한 위치 변화

3. 하악 위치변화에 따른 상관관계

정상군과 OSA군에서 하악 위치 변화에 따른 각 계측치의 상관관계를 표 6에 나타내었다.

정상군에서는 하악의 전방이동에 대해 후두개의 수평적 위치와 EAS, VAL의 변화등이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며, 설골의 수평적 변화 (HYOIDX, C3-H)와 vertical hyoid의 변화는 상관관계를 가지는 경향을 나타내었다.

OSA군에서는 하악의 전방이동에 대해 후두개의 위치변화와 EAS의 변화가 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며, 하악의 수직이동에 대해 vertical hyoid의 변화, MP-H의 변화 horizontal hyoid의 변화 등이 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 수평적인 hyoid의 변화와 PPMPA의 변화는 상관관계를 가지는 경향을 나타내었다.

표 6. 장치 장착 전후의 하악의 위치변화에 따른 각 계측치의 상관관계

Variables	Control		OSA	
	상관계수		상관계수	
	X move	Y move	X move	Y move
PNS-P				
MPT				
SPAS				
MAS				
IAS				
EAS	0.54*			
VAL	-0.47*		0.56*	
C3-H				
H-HI			0.43*	
MP-H				0.51**
H-RGN				0.52**
PPMPA				0.42**
EPIX	0.45*		0.46*	
EPIY			0.60**	
HYOIDX				
HYOIDY				

*significant at the level of P<0.05
 **significant at the level of P<0.01
 ***significant at the level of P<0.001

표 7. 장치 장착에 따른 이설근 근전도 변화에 대한 통계적 유의성

Variables	Upright		Supine	
	RiGG	LiGG	RiGG	LiGG
장치장착여부	***	***	***	*

GG : genioglossus muscle
 *significant at the level of P<0.05
 **significant at the level of P<0.01
 ***significant at the level of P<0.001

4. 근전도의 변화

장치 장착과 자세 변화에 따른 EMG의 변화를 그림 11에 나타내었다. 양와위와 직립위에서 모두 장치 장착 시에 통계적으로 유의하게 이설근의 근전도가 증가하였다(표 7, 그림 11).

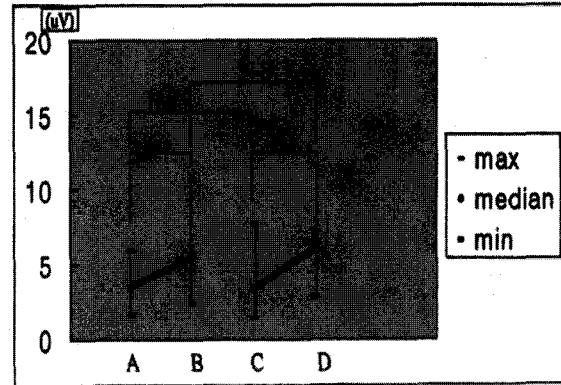


그림 11. 장치 장착과 자세변화에 따른 이설근 근전도 변화와 통계적 유의성
 A : Upright without appliance.
 B : Upright with appliance.
 C : Supine without appliance.
 D : Supine with appliance.
 NS : not-significant
 *** : P < 0.001

장치 장착 유무에 관계없이 직립위에서 양와위로의 자세 변화에 따라 근전도가 증가하는 경향을 나타내었으나, 통계적 유의차는 없었다.

IV. 고 찰

폐쇄성 수면 무호흡증의 구조적 연구를 위하여 다양한 영상 기법(imaging technique)이 사용되었다. 측모 두부방사선사진(lateral cephalometry)은 2차원적인 한계와 기능적인 검사가 불가능하다는 단점이 있으나, 상대적으로 간단하고 쉽게 접근이 가능하며 비용이 저렴하여 혀의 크기나 상기도 및 골격구조를 검사하는 진단 수단으로 유용할 뿐 아니라 장치 장착에 따른 2차적인 해부학적 변화를 평가하는 수단으로도 유용하다고 하였다.²⁸ 이에 따라 측모 두부방사선 사진을 이용하여 구내 장치 장착 효과에 대한 연구가 많이 이루어졌다.^{3,5,48}

Bonham 등⁵은 장치 장착시 연구개가 유의성있게 변화하여 SPAS가 증가한다고 하였는데 이는 혀의 전하방 이동에 따른 연구개의 전방 이동 때문이라 하였고, MAS나 IAS는 일정한 변화를 보이지는 않는다고 하였다. Athanasiou 등³은 장치 장착시 연구개에는 유의한 변화가 일어나지 않고 하악이 전하방 이동

함으로써 설골과 혀가 전하방 이동하면서 인두후두 수준(hypopharynx level)에서 유의한 기도 증가가 관찰된다고 하였다. Schmidt-Nowara 등⁴⁸은 장치 장착시에 IAS가 증가함을 보고하였으며 George 등¹⁴도 장치 장착을 통해 혀와 설골이 전하방 이동한다고 하였다.

하지만, 이런 연구는 직립위에서 행해진 것이고 직립위와 앙와위사이에는 생리적인 차이가 존재한다.^{1,8} 이에 저자는 앙와위에서 측모 두부방사선사진을 취득함으로써 더 생리적인 자료를 통하여 장치 장착 효과를 연구하고자 하였다.

본 연구에서는 장치 장착시 OSA군에서 EAS, 연구개의 최대 두께, MP-H, horizontal hyoid(H-RGN)가 통계적으로 유의한 영향을 받는 것으로 나타났다. Bonham 등⁵과 Schmidt-Nowara 등⁴⁸의 연구와 달리 SPAS, MAS나 IAS등은 일정하지 않은 반응을 나타내었고 일부 개체에서는 오히려 MAS, IAS가 감소하였는데 이는 앙와위에 따른 혀에 대한 중력의 영향 혹은 비정상적인 반사 때문이거나 또는 장치의 설측 구조물들이 혀의 위치에 영향을 주었기 때문이라고 사료된다. IAS는 혀의 모양 및 기능, 자세(posture)에도 영향을 받는다고 생각되며 이설근의 활성증가가 반드시 IAS의 증가로 연관되지는 않는다고 생각된다.

해부학적인 면을 고려할 때 후두개(epiglottis)의 위치 변화가 혀의 기저부 위치 변화를 잘 반영하리라 생각되며 장치 장착시 OSA군에서 후두개는 전방 이동하면서 EAS는 유의성있게 증가하였는데 이는 무호흡 개선에 기여하리라 생각된다. 그러나 일부 개체에서는 오히려 EAS가 감소하였는데(연구대상의 27%), 하악이 후퇴(retrognathic)되어 있고 soft tissue menton과 cervical point의 거리가 짧으면서 이 부위의 연조직이 두꺼운 개체는 EAS가 감소하였다. 하악이 후퇴(retrognathic)되어있는 환자에서 모두 EAS가 감소하지는 않았으며 이는 OSA가 단순히 골격적인 문제만이 아님을 간접적으로 나타내는 것이라고 생각된다. 또한 후두개 수준(epiglottis level)의 기도 증감은 하악의 후하방 회전 정도에 따라 영향을 받으며 전방 이동량이 수직 이동량에 비해 적으면 EAS증가는 기대하기 어려울 것이다. 이는 Clark 등⁷의 하악 전방 이동량이 5mm가 되지 않으면 장치의 치료 효과가 적다는 견해와도 일치한다.

Lyberg 등²⁹은 상기도 유지에 이설근이 주로 역할을 한다고 하였으나 Van de Graaff 등⁵⁶은 개를 이용한 실험에서 설골과 같이 부착된 근육을 상방 이동시

켰을 경우 상기도 저항이 감소된다고 하였으며 이는 설골궁(hyoid arch)의 위치와 설골근의 활성 작용이 상기도 유지에 직접적인 영향을 미치기 때문이라고 하였다. De Berry 등¹⁰은 설골의 위치가 혀의 모양과 자세에 영향을 주고, 인두후두 부위의 기도(hypopharyngeal airway)에도 영향을 준다고 하였으며 Lunteren 등⁵⁴도 설골 기구(hyoid apparatus)가 상기도 유지에 중요한 역할을 한다고 하였다. 하악골 후퇴술(mandibular set-back) 시행 후⁴⁴나 class II 환자에서도 기도 확보를 위한 보상적인 설골의 하방위치가 관찰되며² OSA 환자에서 관찰되는 설골의 하방위치^{4,31}도 유사한 기전이라고 생각된다.

본 연구에 따르면 하악 재위치 장치는 설골의 위치에도 영향을 주었다. OSA군에서 장치 장착시에 설골이 전방 이동하면서 하악골에 대해 상방 이동하였는데, 설골이 하방 위치할수록 상방 이동하는 경향이 강하였고 이는 장치 장착으로 혀를 위한 공간이 확보되어 보상적인 설골의 하방 위치가 정상적으로 변하였기 때문이라고 생각된다.

Athanasίου 등³은 장치 장착을 통해 설골이 전하방으로 이동한다고 하였으며 Bonham 등⁵은 설골의 별다른 수직변화는 없다고 하였다. 본 연구와 차이를 나타내는 것은 연구에 따른 장치 디자인의 차이와(Bonham 등⁵과 본 연구는 상하악 치아사이에 기도가 형성될 정도로만 하악을 개구하였고 Athanasίου 등³은 12-18mm 개구를 하였다.), 직립위와 앙와위의 생리적인 차이, OSA군 연구대상 자체의 이질성(heterogeneity)^{30,32}에 기인한다고 사료된다.

장치 장착으로 인한 설골의 위치 변화는 설골기구에도 영향을 주게 되고 상기도에 대한 치료효과와도 관계가 있으리라 생각된다

정상군에서는 장치 장착시 SPAS, EAS, 연구개의 최대두께, C3-H, horizontal hyoid(H-RGN)가 통계적으로 유의하게 변화하였고 OSA군과는 달리 SPAS가 유의하게 증가한 것은 정상군이 보다 정상적인 반사를 가졌기 때문이라고 여겨지는데 OSA군은 조직학적으로도 정상인과 다른 구개근을 가지고 있으므로 연구개 근육의 영향을 많이 받는 SPAS에서는 다른 반응을 보일 수 있을 것이다.

장치에 대한 설골의 반응은 두 군 사이에 차이를 보였으며 하악골에 대한 설골의 위치가 OSA군에서 정상군보다 더 상방 이동하였으며 하악 symphysis에 대한 수평적 위치 증가는 정상군이 더 큰 변화를 보였다. 설골의 인두후벽에 대한 위치의 전방 이동이 정

상군이 큰 것은 정상적이거나 더 나은 반사를 갖기 때문이라고 사료되며 하악 symphysis에 대한 수평적 위치 증가가 OSA군에서 작은 것은 감소된 기도 면적에 대한 설골상근(suprahoid muscle)의 반작용⁴²이거나 기도 확보를 위한 보상작용 때문이라고 사료된다. 즉 하악 재위치 장치 장착에 대하여 두 군 사이에 설골이 서로 다르게 반응하는 것은 OSA군과 정상군이 생리적으로 다르다는 것을 의미하며 설골의 위치는 해부학적인 영향 뿐 아니라 생리적인 영향도 많이 받는다는 것을 나타낸다.

배 등⁴¹은 정상군과 달리 OAS환자에서는 양와위로 체위가 바뀌면 수직적 기도 길이(vertical airway length)가 길어진다고 하였으며 긴 기도는 더 잘 폐쇄된다고 하였는데 본 연구에서도 정상군에 비하여 (39%) OSA군은 장치 장착시 기도 길이가 짧아지는 개체가 많았으며(62%) 상기도 구조의 생리적 특성이 달라 장치에 대한 반응도 두 군에서 다르다고 생각된다. 기도 길이의 감소 또한 무호흡 개선에 기여하리라 추측된다.

두 군 모두에서 후두개 수준(epiglottis level)의 기도가 하악의 전방 이동과 많은 연관성을 가지고 있었으며 OSA군에서는 설골의 위치와도 많은 연관성을 가지고 있었다. 이에 반해 혀나 연구개는 하악의 이동과 연관성이 적은 것으로 나타나 해부학적 위치 변화보다 생리적인 조절을 더 많이 받는 것으로 사료된다.

폐쇄성 수면 무호흡증의 병태 생리학적인 면에서 상기도 근육의 생리적 기능 또한 중요시되고 있다. 특히 이설근의 역할에 주목하고 있으며 정상군과 OSA 환자군의 이설근과 상기도 근육은 호흡의 부하(respiratory loading)와 화학적 자극(chemical stimuli)에 대한 반응 등 여러 자극에 대한 반응성과 조직학적 구성등에서도 차이를 보인다고 하였다.^{33,34} 또한 Mezzanotte 등³⁵과 Suratt 등⁵⁰은 정상군보다 OSA 환자군에서 이설근 활성도가 크고 이는 감소된 상기도 단면적에 대한 보상적 작용 때문이라고 하였으며 무호흡은 수면시 이런 보상 기전의 소실과 관계를 가진다고 주장하였다. McNicholas 등³²은 무호흡 발생시 이설근의 활성도가 감소한다고 하였고 Remmers 등⁴⁵은 혀의 후방운동에 의해 기도 폐쇄가 일어나며 이설근이 인두의 저항(pharyngeal resistance)과 밀접한 관련을 가지며 상기도 폐쇄의 시작과 유지, 해소에 중요한 역할을 한다고 하였다.

이설근의 활성은 두부 위치변화, 개구(opening) 정

도, 구호흡 여부 등 다양한 요인에 의해 영향을 받는다고 하였고 또한 수면 단계(sleep stage) 및 인두에서의 반사(reflex)에도 영향을 받는다고 하였으며 말초 자극(peripheral stimulation)또한 이설근 활성에 영향을 줄 수 있다고 하였다.^{20,33,34}

이설근 근활성도 측정을 위해서는 다양한 방법이 보고되었는데, Sauerland 등⁴⁷은 바늘 전극(needle electrode)을 이용한 방법으로 신뢰할만한 결과를 얻었으나 바늘(needle)을 정확히 위치시키는 것이 용이하지 않고 침습적인(invasive) 술식이라는 단점이 있었다. 구내 장치와 표면 전극을 이용하여 이설근 EMG를 측정하여 신뢰할 만한 결과를 얻었으며¹¹ 이러한 비침습적인 방법은 술식도 간단할 뿐 아니라 전극의 위치를 재현할 수 있다는 장점이 있어 본 연구에서도 구내 장치와 표면 전극을 이용하여 이설근 EMG를 측정하였으며 배 등이⁴¹ 고안한 장치(그림 2)를 이용하여 방사선 사진 채득시와 같은 두부 위치에서 근전도를 측정하여 두부 위치 변화에 따른 근전도 차이를 최소화하였다.

Douglas 등¹²과 배 등⁴¹은 정상인과 OSA 환자군 모두에서 양와위에서 직립위보다 이설근의 활성도가 높다고 하였고 본 연구에서도 직립위에서 양와위로 자세를 변화시켰을 경우 이설근의 활성도가 증가하는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었다.

근래에는 여러 가지 OSA 치료방법이 이설근의 활성에 미치는 영향에 대해서도 연구도 많이 진행되고 있으나 activator type의 하악 재위치 장치가 이설근 근전도에 미치는 영향에 대한 연구는 거의 전무한 상태이다. Mezzanotte 등³⁴은 CPAP 사용시 이설근의 활성이 감소한다고 하였으며 Ono 등⁴⁰은 tongue-retaining device(TRD)를 장착할 경우 CPAP 에서와 같이 OSA군에서 이설근의 활성이 감소한다고 하였다. Nakazawa 등³⁵은 구내 장치를 사용함으로써 이설근의 활성이 증가할 것이라 하였으며 이로 인해 상기도 폐쇄가 개선될 것이라 하였다.

본 연구에서는 하악의 최대 전방이동량의 75%정도 까지 전방 이동시키고 가능한한 개구량은 최소로 하여 acrylic resin으로 제작된 변형된 설계의 activator type의 장치를 장착한 후, 장착에 따른 이설근 활성변화를 연구하였으며, 직립위와 양와위 모두에서 통계적으로 유의한 수준에서 장치는 이설근의 활성을 증가시켰다. 이는 하악의 전방이동과 함께 혀의 기저부도 전방이동하여 더욱 중력의 영향을 받게 되고, pressure-driven reflex¹² 또는 baroreceptor-media-

ted reflex와의 상호작용⁵⁸으로 이설근의 긴장도가 증가하기 때문이라 사료된다.

activator type의 구내 장치는 tongue-retaining device(TRD)와는 달리 이설근의 활성을 증가시켰으나 수면시 근활성도에 미치는 효과와 이설근 활성 증가가 무호흡증의 개선에 어떤 역할을 하는지는 많은 고찰이 필요하리라 생각된다. Mezzanotte 등³⁴은 OSA환자에서 수면시 이설근의 활성도가 일부는 정상군보다 증가하고, 일부는 정상군보다 감소하는 변이(variation)를 보인다고 하였으나 Tangel 등⁵¹은 정상인에서는 수면시에 이설근 활성도가 유지되지만 OSA환자에서는 수면시에 이설근 활성도가 감소된다고 하였다. 반면 Issa 등²²은 무호흡은 단순히 근활성도의 감소뿐 아니라, pressure-dependent upper airway stabilizing reflex의 상실과도 관계된다고 하였다. Remmers 등⁴⁵도 이설근의 EMG와 이설근의 힘(force)과는 정확한 상관관계가 부족하며, 이설근 자체의 활성도 만으로는 기도폐쇄를 예측할 수 없으며 인두의 저항(pharyngeal resistance)과 같이 기도 폐쇄에 영향을 준다고 하였고 Önal 등³⁸은 정상인에서도 무호흡과 비슷한 간헐적 호흡(periodic breathing)이 보일 수 있다고 하였으며, OSA군은 상기도와 호흡근의 기능을 통제하는 system이 불안정하여 간헐적 호흡이 지속되고 심해지기 때문이라 하였다. Önal 등³⁸과 Remmers 등⁴⁵은 인두의 음압과 근육이 만드는 힘에 의한 critical ratio가 중요하고 또한 Brouillette 등⁶은 횡격막 활성도(diaphragmatic activity)와 이설근 활성도(genioglossus muscle activity)간의 관계가 중요하다고 하였으며 이설근 활성이 더욱 증가해야 기도 폐쇄가 해소된다고 하였다. Okabe 등³⁷은 REM 및 NREM수면 모두에서 늑간근(intercostal muscle)과 이설근의 활성도가 감소하지만, 상대적으로 REM수면에서는 이설근과 상기도 근육의 활성도가 더 낮아 기도 폐쇄가 발생한다고 하였다. 장치가 수면시의 이설근의 근전도에 어떤 효과를 미치는지, 증가된 근전도가 호흡 생리에 어떤 영향을 주는지 등은 추후 연구가 필요하리라 사료된다.

본원 교정과에 의뢰된 환자 중에 구개수구개인두 성형술(uvulopalatopharyngoplasty)를 시행받은 환자는 연구 대상에서 제외하였으며 비중격성형술(septoplasty)(6명)를 시행받은 환자는 대상에 포함하였다. 임상 검사 및 TMJ 단층 X선 사진(tomogram)을 촬영하여 단순히 관절 잡음만을 가지고 동통 및 개구제한과 진행성 병변을 가지지 않는 환자는 주의

깊고 지속적인 추적(follow-up)과 함께 구내 장치 치료를 시행하였으며 3개월 후까지 동통이나 기타 개구 제한 등을 보이지 않았다. 장치 사용시 15%에서는 아침에 약간의 저작근 압통(muscle tenderness)을 나타내었으나 오후에는 모두 증상이 개선되었으며 이전의 연구와 동일하게^{3,5,7,14,48} 심각한 TMD 증상을 나타낸 환자는 없었다.

Bonham 등⁵은 장치가 기도를 증가시키고, 하악과 혀를 안정되게 전방에서 위치시켜 하악과 혀가 후방 이동하는 것을 막아주고, 연구개를 전방 이동시켜 무호흡 발생 빈도(apneic episode)를 감소시킨다고 하였고 MRI를 이용한 연구에서 Cobo 등⁸은 하악의 전방 이동에 따라 기도 용적이 평균 38% 증가함을 보고 하였으며, Schmidt-Nowara 등⁴⁸은 전신적 변화(systemic change)보다 장치에 의한 해부학적 변화가 상기도의 기능에 변화를 가져와 효과를 나타낸다고 하였다. 또한 IAS가 유의하게 증가하지 않아도 증상이 개선되기도 한다고 하였으며, 다른 구조에 대한 효과 또한 중요하며 해부학적 관계 뿐 아니라, 상기도의 compliance에도 영향을 주어 collapsibility를 감소시킨다고 하였다. 또한 장치 장착이 구인두(oropharynx)의 압력을 변화시켜 호기시(inspiration)에 협소(narrowing)와 협착(collapse)을 줄인다고 하였으며 위약효과(placebo effect)도 배제할 수 없다고 하였다. Clark 등⁷은 장치 치료의 효과가 혀를 얼마나 전방 이동시킬 수 있느냐에 따라 달려 있으며, 장치 사용은 혀를 계속해서 전방 이동시킬 수 있는 장점이 있다고 하였으나 장기적으로 사용할 때 연조직 재발(soft tissue relapse)가능성이 있다고 하였다. 본 연구에 따르면 activator type의 하악 재위치 장치는 단순히 상기도를 증가시키는 것만 아니라, 혀를 위한 공간을 증가시키고 기도 길이를 감소시키는 치료효과도 가진다고 생각된다. 또한 이설근의 활성을 증가시킬 뿐 아니라 hyoid suspension술식과 같은 효과를 설골에 나타낸다고 생각된다.

Bonham 등⁵은 연구개의 길이가 길 경우 장치가 효과적이지 않다고 하였으며 high angle case의 경우 관절와(glenoid fossa)가 경사가 심하여 하악 개구시에 수평적 이동보다 수직적 이동이 커서 오히려 이설근(genioglossus muscle)과 설골근(hyoid musculature)이 구인두 기도(oropharyngeal airway)에 더 가깝게 되어 장치가 효과적이지 않다고 하였다. Schmidt-Nowara 등⁴⁸은 모든 환자에서 성공적인 것이 아니며, 장치 치료의 성공율은 경미하거나 중등도의

OSA 환자에서 높고 증상이 심한 경우는 CPAP이 더 적당하나 심한 OSA 환자의 경우에서도 좋은 반응을 보일 수 있다고 하였으며, Clark 등⁷도 OSA의 심한 정도와 장치 치료효과와는 유의할 만한 관계를 보이지 않는다고 하였다. Nakazawa 등³⁶은 하악이 후퇴(retrognathic)되어 있는 환자가 장치 치료 대상일 수 있다고 하였으나 본 연구에 따르면 하악이 후퇴(retrognathic)되어 있으면서 soft tissue menton과 cervical point의 거리가 짧고, submental, submandibular region의 연조직이 두꺼운 경우에는 후두개 수준의 기도 증가 효과는 기대하기 어려우리라 사료된다

Schmidt-Nowara 등⁴⁸, Clark 등⁷은 장치 치료가 수면의 질(sleep quality)의 개선 및 증상을 호전시킴으로 장기적 협조도가 양호하다고 하였으며 본 연구에서도 장치 치료가 잘 받아들여졌으나 이에 대해서도 보다 장기적이고 지속적인 관찰이 필요하리라 사료된다.

Leiter 등²⁶은 횡적인 기도 단면의 모양(airway shape)에 따라서도 이설근이 상기도에 미치는 영향이 다르다고 하였고 Cobo 등⁸도 MRI를 이용한 연구에서 하악의 전방 이동에 따라 시상면에서 보다 횡적인 면에서 더욱 기도 폭경이 증가하여 기도 단면적이 증가됨을 보여주었다. Lowe 등²⁸은 2차원적 두개안면계측(cephalometry)를 이용하여 3차원적 기도 크기를 연구하는데는 많은 주의가 필요하다고 하였으며 CT를 이용한 3차원 영상이 더욱 유용하다고 하였다.

또한 Horner 등¹⁹, Pepin 등⁴³은 깨어있는 상태가 수면시 연구개 이하의 폐쇄를 예측할 수 없다고 하였으며 Pepin 등⁴³은 형광투시법(fluoroscopy)을 통한 기능적인 검사에서 기도 폐쇄 및 해소에 혀, 연구개, 설골, 하악 운동 등 여러 구조가 역동적으로 다양하게 관계한다고 하였다. 아울러 상기도 및 호흡 근육의 활성화와 호흡 생리는 NREM 수면과 REM 수면에서 서로 다르고, 수면 상태에 따라서도 다른 특성을 나타낸다고 하였다.

또한 상기도 폐쇄는 중추 신경계의 운동 동인(motor drive)과 상기도와 심혈관계의 반사 기전(reflex)과도 관계를 가진다.^{20,45}

본 연구는 두부방사선계측을 이용하여 하악 재위치 장치 장착에 따른 2차원적 구조적 변화를 고찰하였으며 이설근 근전도 측정을 통한 생리적 변화를 고찰하였다. 앞으로 구내 장치 사용에 대한 장기적 효과와 3차원적 구조 변화 및 기능시의 동적 구조 변화에

대한 고찰과 함께 OSA의 다원 요소적 병태 생리에 대한 체계적 접근이 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

1. 상기도 구조에 대한 두부계측학적 측정치 중 연구개의 길이, 연구개의 최대 두께, SPAS, MAS, VAL, H-HI, MP-H에서 정상군과 OSA군 사이의 통계적 유의차를 보였으며, IAS와 EAS는 두 군간에 통계적인 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 정상군과 OSA군 모두에서 장치 장착에 따라 후두개가 전방 이동하면서 후두개 수준(epiglottis level)의 기도는 증가하였고 연구개의 최대 두께도 변화하였으며 설골도 전방 이동하였으나 두 군 모두에서 IAS는 다양한 반응을 나타내었으며 상기도 구조에 대한 장치의 효과는 두 군 사이에 차이를 나타내었다.
3. 체위 변화에 따라 양와위에서 이설근 근전도가 증가하는 경향을 나타내었으나 통계적 유의차는 없었으며, 직립위와 양와위 모두에서 구내 장치 장착시에 통계적으로 유의하게 이설근 근전도가 증가하였다.

구내 장치는 상기도의 해부학적 구조뿐 아니라 상기도 생리에도 영향을 미치는 것으로 생각되며 장치에 대한 반응은 정상군과 OSA군 사이에 차이를 나타내었고, 두 군은 상기도 생리에 있어서도 서로 다르다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. 김종철, 조홍규, 이계형. Snorer의 양와위와 직립위에서의 상기도 크기. 대치교정지 1996 : 26(1) : 43-52.
2. 이용승, 김종철. 부정교합 유형에 따른 기도의 크기. 대치교정지 1995 : 25 : 19-25.
3. Athanasiou AE, Papadopoulos MA, Mazaheri M, Lagoudakis M. Cephalometric evaluation of pharynx, soft palate, adenoid tissue, tongue, and hyoid bone following the use of a mandibular repositioning appliance in obstructive sleep apnea patients. Int J Adult Orthod Orthognath Surg 1994 : 9(4) : 273-283.
4. Bell WH. Modern practice on orthognathic and reconstructive surgery. WB Sanders company, 1992 : 2020-2041
5. Bonham PE, Currier F, Orr WC, Othman J, Nanda RS. The effect of a modified functional appliance on obstructive sleep apnea. Am J Orthod 1988 : 94 : 384-392.

6. Brouillette RT, Thach BT. Control of genioglossus muscle inspiratory activity. *J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol* 1979 : 46 : 772-9.
7. Clark GT, Arand D, Evelyn Chung, Dewey Tong. Effect of anterior mandibular positioning on obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1993 : 47 : 624-629.
8. Cobo J, Canut JA, Carlos F, Vijande M, LLamass JM. Changes in the upper airway of patients who wear a modified functional appliance to treat obstructive sleep apnea. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995 : 10(1).
9. Crumley RL, Stein M, Golden J, Gamsu G, Dermon S. Determination of obstructive site in obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1987 : 97 : 301-8.
10. De Berry-Borowiecki B, Kukwa A, Blanks RHI. Cephalometric analysis for diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 1988 : 98 : 226-34.
11. Doble EA, Leiter JC, Knuth SL. A noninvasive intraoral electromyographic electrode for genioglossus muscle. *J Appl Physiol* 1985 : 58(4) : 1378-1382.
12. Douglas NJ, Jan MA, Yildirim N, Warren PM, Drummond GB. Effect of posture and breathing route on genioglossal electromyogram activity in normal subject and in patient with the sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1993 : 148 : 1341-5.
13. Fleetham JA. Upper airway imaging in relation to obstructive sleep apnea. *Clinics in chest medicine* 1992(Sep) : 13(3).
14. George PT. A modified functional appliance for treatment of obstructive sleep apnea. *J Clin Orthod* 1987 : 21 : 171-175.
15. Gould GA, Whyte KF, Rhind GB. The sleep hypopnea syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1988 : 137 : 895-98.
16. Guilleminault C, Riley R, Powell N. Obstructive sleep apnea and abnormal cephalometric measurements-implications for treatment. *Chest* 1984(Nov) : 86(5) : 793-794.
17. Guilleminault C, Hill MW, Simmons FB, Dement WC. Obstructive sleep apnea : electromyographic and fibroptic studies. *Exp Neurol* 1978 : 62 : 48-67.
18. Haponik EF, Smith PL, Bohlman ME, et al. Computerized tomography in obstructive sleep apnea : correlation of airway size with physiology during sleep and wakefulness. *Am Rev Respir Dis* 1983 : 127 : 221-226.
19. Horner RL, Shea SA, Mcivor J, Guz A. Pharyngeal size and shape during wakefulness and sleep in patients with obstructive sleep apnea. *Q J Med* 1989 : 268 : 719-35.
20. Hudgel DW. The role of upper airway anatomy and physiology in obstructive sleep apnea. *Clinics in chest medicine* 1992(Sep) : 13(3).
21. Hudgel DW. Variable site of airway narrowing among obstructive sleep apnea patients. *J Appl Physiol* 1986 : 61 : 1403-1409.
22. Issa FG, Edward P, Szeto E, Lauff D, Sullivan C. Genioglossus and breathing responses to airway Occlusion. *J Appl Physiol* 1988 : 64(2) : 543-549.
23. Kryger, Roth, Dement. Principle and practice of sleep medicine : Saunders 2nd Edition 1994:722-736.
24. Kryger MH. Management of obstructive sleep apnea. *Clinics in chest medicine* 1992 : 13(3) : 481-492.
25. Kuna ST, Sant'Ambrogio G. Pathophysiology of upper airway closure during sleep. *J Amer Med Assoc* 1991 : 266 : 1384-9.
26. Leiter JC. Analysis of pharyngeal resistance and genioglossal EMG activity using a model of orifice flow. *The American Physiological Society* 1992:576-583.
27. Listro G, Aubert G, Rodenstein DO. Management of sleep apnea syndrome. *European Respiratory Journals* 1995 : 8 : 1751-1755.
28. Lowe AA, Fleetham JA. Two and three dimensional analysis of tongue, airway and soft palate size : in Norton ML, Brown AC. Atlas of the difficult airway. Chicago, Year book Medical Publishers 1991:74-82.
29. Lowe AA, Gurza SC, Sessle BJ. Regulation of genioglossus and masseter muscle activity in man. *Archs oral Biol* 1977 : 22 : 579-584.
30. Lowe AA, Santamaria JD, Fleetham JA, Price C. Facial morphology and obstructive sleep apnea. *Am J Orthod* 1986 : 90 : 484-491.
31. Lyberg T, Krogstad O, Djupesland G. Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnea syndrome : I. Skeletal morphology. *J Laryngol Otol* 1989 : 103 : 287-292.
32. Lyberg T, Krogstad O, Djupesland G. Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnea syndrome: II. Soft tissue morphology. *J Laryngol Otol* 1989 : 103 : 293-7.
33. McNicholas WT, Coffey M, Boyle T. Effect of nasal airflow on breathing during sleep in normal humans. *Am Rev Respir Dis* 1993 : 47 : 620-623.
34. Mezzanotte WS, Tangel DJ, White DP. Influence of sleep onset on upper-airway muscle activity in apnea patients versus normal controls. *Am J Resir Crit Care med* 1996 : Vol 153 : 1880-1887.
35. Mezzanotte WS, Tangel DJ, White DP. Walking genioglossal electromyogram in sleep apnea patients versus normal controls(a neuromuscular compensatory mechanism). *The Journal of Clinical investigation* 1992(May) : 89 : 1571-1579.

36. Nakazawa Y, Sakamoto T, Yasutake R, Yamaga K, Kotorri T, Mivahara Y, Ariyoshi Y, Kameyama. Treatment of sleep apnea with prosthetic mandibular advancement(PMA). *Sleep* 1992 : 15 : 499-504.
37. Okabe S, Hida W, Kikuchi Y, Taguchi O. Upper airway muscle activity during REM and non-REM sleep of patients with obstructive apnea. *Chest* 1994 : 106 : 763-73.
38. Önal E, Lopata M, Timothy O'Connor. Pathogenesis of apneas in hypersomnia-sleep apnea syndrome. *Am Rev Respir Dis* 1982 : 125 : 167-174.
39. Ono T, Lowe AA, Ferguson KA, John A, Fleetham A. Tongue retained device and sleep-state genioglossus muscle activity in patients with obstructive sleep apnea. *Angle Orthod* 1996 : 66(4) : 273-280.
40. Ono T, Lowe AA, Ferguson KA, Pae EK, Fleetham JA. The effect of tongue retaining device on awake genioglossus muscle activity in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996 : 110 : 28-35.
41. Pae EK, Lowe AA, Fleetham JA. A role of pharyngeal length in obstructive sleep apnea patients. *Am J Orthod Dentofac orthop* 1997 : 111 : 12-7.
42. Pae EK, Lowe AA, Sasaki K, Price C, Tsuchiya M, Fleetham JA. A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994 : 106 : 52-9.
43. Pepin JL, Ferretti G, Veale D, Romand P, Coulomb M, Brambilla C, Levy PA. Somnofluoroscopy, computed tomography, and cephalometry in the assessment of the airway in obstructive sleep apnea. *Thorax* 1992 : 47 : 150-156.
44. Proffit WR, Raymond P, White Jr. Surgico-orthodontic treatment. *Mosby Year Book*.
45. Remmers JE, de Groot WJ, Sauderland EK, Anch AM. Pathogenesis of upper airway occlusion during sleep. *J Appl Physiol : Environ Exercises Physiol* 1978 : 44(6) : 931-938.
46. Rodenstein DO, Thomas Y, Liistro G, et al. Pharyngeal shape and size in snoring and sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1989 : 139 : A373.
47. Sauerland EK, Harper RM. The human tongue during sleep : electromyographic activity of the genioglossus muscle. *Exptl Neurol* 1976 : 51 : 160-170.
48. Schmidt-Nowara WW, Mwade TE, Heys MB. Treatment of snoring and obstructive sleep apnea with a dental orthosis. *Chest* 1991 : 99 : 1378-85.
49. Suratt PM, Dee P, Atkinson RL, et al. Fluoroscopic and computerized tomography features of the pharyngeal airway in obstructive sleep apnea. *Am Rev respir Dis* 1983 : 127 : 487-492.
50. Suratt PM, Mctier RF, Wilhoit SC. Upper airway muscle activation is augmented in patients with obstructive sleep apnea compared with that in normal subjects. *Am rev respir Dis* 1988 : 137 : 889-894.
51. Tangel DJ, Mezzanotte WS, Dandberg EJ, White DP. Influence of NREM sleep on the activity of tonic versus inspiratory phase muscles in normal men. *J Appl Physiol* 1992 : 73 : 1058-1066.
52. Tanguisorn V, Skatvedt O, Krogstad O, Lyberg T. Obstructive sleep apnea : A cephalometric study : Part I. Cervico-cranifacial skeletal morphology. *European Journal of orthodontics* 1995(Feb) : 17(1) : 45-56.
53. Tsuchiya M, Lowe AA, Pae EK, Fleetham JA. Obstructive sleep apnea subtypes by cluster analysis. *Am J Orthod* 1992 : 101 : 533-542.
54. Van Lunteren E, Haxhiu MA, Chmiack NS. Relation between upper airway volume and hyoid length. *J Appl Physiol* 1987 : 63 : 1443-9.
55. Van de graaf WB, Gottfried SB, Mitra J, Van Luneren E, Chmiack NS, Strohl KP. Respiratory function of hyoid muscles and hyoid arch. *J Appl Physiol* 1984 : 57 : 197-204.
56. Vincken W, Guillemenault C, Silvestri L, Cosio M, Grasinio A. Inspiratory muscle activity as a trigger causing the airways to open in obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1987 : 135 : 372-377.
57. Waldhorn RE, Herrick TW. Long-term compliance with nasal continuous positive airway pressure therapy of obstructive sleep apnea. *Chest* 1990 : 97 : 33-38.
58. Wasicko MJ, Knuth SL, Leiter JC. Response of genioglossus EMG activity to passive tilt in man. *J Appl Physiol* 1993 : 74 : 73-81.

- ABSTRACT -

EMG AND CEPHALOMETRIC STUDY ON CHANGES IN UPPER AIRWAY STRUCTURES AND MUSCLE ACTIVITIES ACCORDING TO THE USE OF MANDIBULAR REPOSITIONING APPLIANCE AND BODY POSTURE IN OSA PATIENTS

Young-Chel Park^{*}, Eung-Kwon Pae^{**}, Jeung-Gweon Lee^{***}, Jong-Suk Lee^{*}, Tae-Kwan Kim^{*}

**Department of Orthodontics, College of Dentistry, Yonsei University*

***Department of Orthodontics, School of Dental Medicine, University of Connecticut*

****Department of Otorhinolaryngology, College of Medicine, Yonsei University*

Obstructive sleep apnea (OSA) is a disorder characterized by repetitive episode of upper airway collapse during sleep. Recent studies showed that not only the anatomic factors but the physiologic factors of the upper airway also have effects on the occurrence of apnea and that the genioglossus muscle also plays an important role in the maintenance of the upper airway. A variety of therapies were performed to treat OSA, and among them the use of mandibular repositioning appliances showed reasonable results. But there is still a lack of research on the structural and physiological mechanism upon the use of mandibular repositioning appliances. The author selected 26(male 17, female 9) OSA patients that came to the Yonsei University Dental Hospital, Department of Orthodontics, and 20 normal adults (male 10, female 10) and took cephalometric radiographs of them in a supine position before and after the placement of the mandibular repositioning appliance to see the structural changes of the upper airway and compare the therapeutic effects between the two groups. We also studied the waking genioglossus muscle activity in OSA patients and investigated the difference in the electromyogram of the genioglossus muscle upon the change in body posture and the use of mandibular repositioning appliance. Following results were obtained.

1. Among the cephalometric measurements of the upper airway structure, the length of the soft palate, maximum thickness of the soft palate and SPAS, MAS, VAL, H-H1, MP-H showed statistically significant differences between the normal and OSA groups, but the IAS and EAS showed no statistically significant differences between the two groups.
2. In both the normal and OSA groups, as the epiglottis moved forward on wearing the mandibular repositioning appliance, the epiglottis level of the upper airway increased and the maximum thickness of the soft palate changed and the hyoid bone also moved forward, but the IAS in both groups showed various results and the effect of the mandibular repositioning appliance on the structure of the upper airway was different in the two groups.
3. Upon changing the position, the electromyogram of the genioglossus muscle showed a increasing tendency but there was no statistically significant differences, and when the mandibular repositioning appliance were worn there was a statistically significant increase in the electromyogram of the genioglossus muscle in both the upright and supine positions.

The mandibular repositioning appliances not only have an effect on the anatomical structure of the upper airway but also on the physiology of the upper airway. There are different responses to the use of mandibular repositioning appliance between the normal and OSA groups therefore it could be considered to have the different physiology of the upper airway between the two groups.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 547-561

※ **Key words** : obstructive sleep apnea, upper airway structure, mandibular repositioning appliance, genioglossus muscle EMG