

수면무호흡증 환자에서 수면다원검사와 두부규격방사선사진을 이용한 하악전방이동장치의 치료효과에 관한 연구

서울대학교 치의학대학원 구강내과진단학교실

김성현 · 김이비 · 정진우

본 연구의 목적은 폐쇄성수면무호흡증 환자의 표준 수면다원검사와 두부규격방사선사진 분석을 이용하여 하악전방이동장치의 치료 효과에 영향을 주는 요소들을 분석하는데 있다. 서울대학교치과병원 구강내과에 내원한 27명의 수면무호흡증 환자들을 대상으로 측두두부규격방사선사진 촬영 및 계측점을 이용하여 SNA, ANB, AH \perp MP, AH-C3, SPT, PNS-U, NAS, SOAS, MOAS, HAS 등을 분석하였으며, 하악전방이동장치를 제작하여 장치 장착 전후 수면다원검사를 시행하였다. 장치 장착 전후 수면무호흡지수, 산소포화도, 각성지수 등을 비교하였고 무호흡-저호흡지수와 두부규격방사선사진 계측치와의 상관관계를 분석하였다. 하악전방이동장치 장착 전후 전체 수면무호흡지수, 최소 산소포화도 및 전체 각성지수에서 통계적으로 유의한 개선이 있었다. 또한 장치 장착 전후 NREM수면에서 산소분압과 무호흡지수에서 통계적으로 유의한 개선이 있었던 반면 REM수면에서는 산소분압과 무호흡지수에서 통계적으로 유의한 개선이 없었다. 장치 장착 전후 수면의 단계에서 stage I의 유의한 감소, stage II와 REM수면의 유의한 증가가 관찰되었으나 stage III의 변화는 유의하지 않았다. 두부규격방사선사진 계측치중 SNA와 SOAS가 전체 수면무호흡지수와 유의한 상관관계가 관찰되었으며 NAS는 양위 수면무호흡지수와 유의한 상관관계가 관찰되었다. 하악전방이동장치의 효과는 환자의 ANB 각도가 클수록 유의하게 높게 나타났다. 표준 수면다원검사를 이용하여 하악전방이동장치 장착 전후를 비교해 보았을 때 하악전방이동장치는 수면무호흡증 치료에 효과적인 치료법이며 두부규격방사선사진 분석은 수면무호흡증 환자를 평가하고 치료 결과를 예측하는 데 유용할 수 있다.

주제어: 수면무호흡증, 수면다원검사, 두부규격방사선사진, 수면단계, 하악전방이동장치

I. 서 론

폐쇄성 수면무호흡증(Obstructive sleep apnea)은 수면 중에 상부 기도의 구조적인 좁아짐과 수면에 의해 유도되는 근육 긴장의 소실로 인해 야기된다. 이것은 연구개 혹은 인두의 내벽을 구성하는 구성하는 연

조직이 흡기 호흡 동안 상부 기도에 발생하는 음압을 견디지 못하고 허탈 상태에 빠질 때 나타나는 상부 기도의 완전 혹은 부분적 폐색 현상으로서 수면 중에 호흡의 중단이 반복적으로 나타나게 된다. 수면무호흡증 환자들은 말초 혈관계에 대한 직접적이고 반사적인 효과로 저산소증에 대한 중추 화학수용기(chemoreceptor) 반응이 증가함으로 인해 세동맥의 혈관 확장(arteriolar vasodilatation) 증가, 심장 박동과 말초 교감신경 활성의 변화를 초래한다. 이와 같은 수면무호흡증은 삶의 질에 심각한 영향을 미치며 고혈압, 심혈관계 질환 등과 같은 합병증을 초래하기 때문에 적절한 관리와 치료가 필요한 질병으로 인식되고 있다.

수면은 빠른 눈 운동(rapid eye movement, REM)

교신저자 : 정진우

서울 종로구 연건동 275-1

서울대학교 치의학대학원 구강내과진단학교실

Email: jwchung@snu.ac.kr

Tel: 02-2072-3021

Fax: 02-744-9135

원고접수일: 2013-03-18

심사완료일: 2013-04-15

을 동반하는 렘수면(REM)과 비렘수면(non-REM, NREM)으로 구분된다. 수면은 비렘 수면으로 시작하여 비렘-렘수면 주기가 하루 밤에 90-120분 간격으로 4-5회 반복된다. 비렘수면은 4단계로 나뉘어지며 단계가 진행함에 따라 수면이 깊어지고 깨우려면 더 많은 자극이 필요하다. 수면이 깨시되면 뇌파는 4-7 Hz의 세타(θ)파를 보이며 차츰 전위가 낮아지고 느린 안구 운동을 동반하며 두정부 예파(vertex sharp transient)가 나타나는데 이를 1단계 수면이라 한다. 2단계 수면에서는 특징적으로 K 복합체(K-complex)와 함께 12-14 Hz의 수면 방추파(sleep spindle)가 두정엽 부위에 나타난다. 3,4 단계 수면에서는 고전폭($>75 \mu V$)의 0.5-3 Hz 델타(δ)파가 증가하게 되며 이러한 수면을 깊은 수면(deep sleep) 혹은 서파 수면(slow wave sleep)이라 한다. 이와 같은 서파 수면은 주로 수면 주기의 첫 1/3에서 가장 많이 나타나고, 수면 후반부로 가면서 점차 사라진다. 첫 렘수면은 잠들고 약 80-100분 후에 나타나는데 뇌파 소견 상 저진폭의 8-13 Hz의 알파파와 함께 주기적인 눈의 빠른 움직임과 근긴장도 소실을 보이는 것이 특징이다. 이 시기에 주로 꿈이 나타나며 마치 각성시의 뇌파와 비슷하기 때문에 이러한 렘수면을 활성화(activated) 수면이라 한다. 렘수면은 수면의 후반부 1/3에서 가장 잘 나타난다.¹⁾

수면무호흡증의 진단은 임상증상만 가지고 진단을 하기에는 어려움이 있으므로 먼저 자세한 병력 청취와 신체검사를 통하여 수면무호흡증의 증상과 소인 및 위험인자가 있는지 확인하고, 표준 수면다원검사를 통하여 폐쇄성 수면무호흡이상의 유무와 정도를 평가하게 된다. 산소포화도검사(oxymetry), 폐기능검사, 두개안면측정검사 등 비교적 간단히 실시할 수 있는 객관적 검사법과 임상양상을 체크하는 설문지도 진단에 도움을 준다. 폐쇄성 수면무호흡증 평가의 표준 검사방법인 수면다원검사가 정확히 실시되고 판독되더라도 검사가 집과는 다른 수면환경을 가진 검사실에서 이루어져 평소와는 다른 수면 양상을 보일 수 있다. 그리고 무호흡이나 저호흡과 같은 이벤트들이 매일 밤 똑 같은 정도로 발생한다고 볼 수 없다는 점(night-to-night variability)과 측정장비에 따라 무호흡의 정량이 과소 또는 과대 평가될 수 있다. 그러나 현재까지는 수면다원검사가 표준품(reference standard)으로 여겨지기 때문에 수면다원검사의 신뢰성과 기술적 정확성은 의문 없이 받아들여지고 있다¹⁴⁾. 그러나 현재까지는 여러 가지 여건상 표준 수면다

원검사(full night, lab-attended)를 이용하여 수면의 단계별 특성을 분석한 연구는 없는 실정이다.

폐쇄성 수면무호흡증 환자의 상부 기도의 구조에 대한 평가는 이들 환자의 진단과 치료에 있어서 필수적인 과정이다. 이러한 목적으로 현재 두부규격방사선사진촬영(cephalometry), 전산화단층촬영(computed tomography), 자기공명영상촬영(magnetic resonance imaging) 등의 방법이 이용되고 있으나 후자의 두 방법은 비용이 너무 많이 들기 때문에 상용 검사로 이용하기는 어려운 면이 있다. 이에 비해 두부규격방사선사진은 장비의 설치와 촬영이 비교적 간편하고 비용이 적게 들기 때문에 상용 검사로 많이 이용되고 있다. 수면무호흡증의 치료법으로 보존적, 의과적, 외과적 혹은 기계적 방법들이 사용되고 있다. 보존적 방법은 체중 감량, 흡연량 감소, 수면 자세 변화 등과 같이 생활 방식의 변화를 망라하는 것이며, 의과적 치료법은 코막힘을 감소시키거나 수면 단계를 변화시키기 위해 약물을 이용하는 것이 해당된다. 외과적 방법으로는 구개수구개인두성형술(uvulopalatopharyngoplasty), 편도선절제술(tonsillectomy), 하악골 절제술(mandibular osteotomy)이 포함되며, 기계적 방법에는 기도양압공급장치(continuous positive airway pressure, CPAP)와 구강내 장치가 포함된다.

이중에서 기도양압공급장치는 가장 효과적인 방법 이기는 하지만 장비가 고가이고 사용상의 불편함으로 인하여 환자들의 순응성이 매우 낮다는 문제점이 있으며^{2,3)}, 구개수구개인두성형술(uvulopalatopharyngoplasty)과 같은 외과적 방법은 수술에 따르는 동통과 부작용이 있을 뿐만 아니라 비용이 많이 들고 치료효과의 편차가 크기 때문에 신중한 선택이 요구된다고 할 수 있다⁴⁾. 이에 비해 하악전방이동장치요법은 외과적 방법에 필적하는 효과를 나타내지만⁵⁾ 수술에 따르는 통증이나 부작용이 없으며 사용이 간편하다는 장점이 있어서 환자들로부터 좋은 호응을 받고 있다^{6,7)}.

본 연구의 목적은 수면무호흡증 환자군에서 하악 전방이동장치의 장착을 전후하여 표준 수면다원검사와 두부규격방사선사진 분석을 실시하여 수면의 단계별 치료 효과 및 두부규격방사선사진상의 해부학적 지표들을 비교·분석함으로써 하악전방이동장치 치료의 예지성과 효율성을 높이는 지표를 마련하고자 한다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

서울대학교치과병원 구강내과에 코골이와 수면무호흡증 혹은 주간 졸리움을 주소로 내원한 환자들 중 구강악안면 영역의 수술 병력이나 그밖에 전신적으로 심각한 질병의 병력이 없는 사람들을 대상으로 표준수면다원검사를 실시하여 수면무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index, AHI)가 5이상인 27명(평균 연령 42.3±9.5세)을 실험대상으로 하였다. 모든 피검자들에게 본 연구의 취지를 설명하고 동의를 받았다.

2. 표준 수면다원검사

(Standard polysomnography)

모든 피검자에 대하여 서울대학교치과병원 수면검사실에서 Alice 4 Multi-channel recording system (Respironics, Pittsburgh, USA)을 이용하여 구강내 장치 장착 전후 표준수면검사를 실시하였다. 무호흡의 발생 및 그 지속시간, 수면 자세 등을 측정하였으며 이를 바탕으로 수면무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index, AHI), 혈중산소포화도(O₂ saturation, SpO₂), 각성지수(arousal index) 등을 분석하였다.

3. 하악전방이동장치(Mandibular advancement device)의 제작 및 장착

모든 피검자에게 수면무호흡증에 대한 치료법으로 하악전방이동장치(mandibular advancement device, MAD)를 제작하였다. 하악의 전방이동거리는 최대전방이동거리의 70%가 되도록 조정하였다. 상악편과 하악편을 Herbst joint로 연결하여 장치를 착용한 상태에서도 하악골의 전후 및 좌우 운동이 어느 정도 허용되도록 하였다.

4. 두부규격방사선 사진의 촬영 및 분석

모든 피검자에 대하여 측두 두부규격방사선사진(lateral cephalography)을 촬영하였으며 이 사진들의 디지털화된 정보를 V-ceph program을 이용하여 기록하였다. 각 계측점들 간을 연결한 선들의 길이나 각

도를 통하여 상기도의 연조직 구조물과 경조직 구조물의 특징을 기록하였다. 본 연구에 사용된 계측점과 계측 항목은 Fig. 1과 2와 같다.

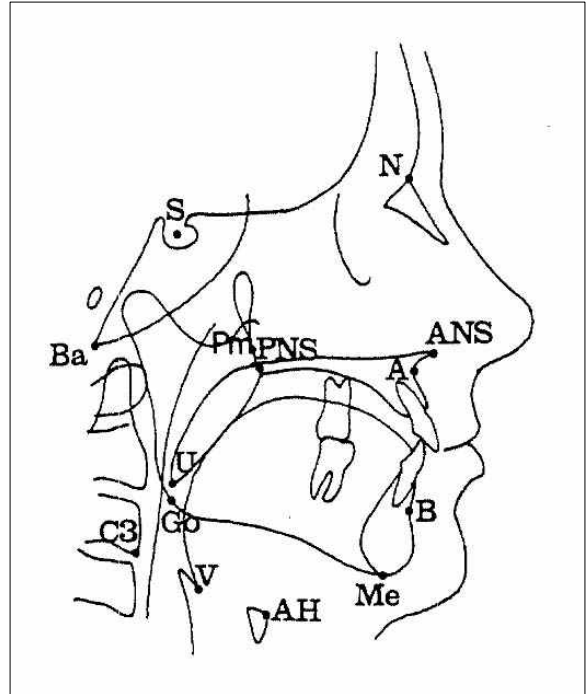


Fig. 1. Anatomic landmarks used in this study
 S, Sella : 점형골의 뇌하수체와의 중앙점
 N, Nasion : 전비봉합부의 최전방점
 A, Subspinale : 상악치조골 전방 윤곽의 최심점
 B, Supramentale : 하악치조골 전방 윤곽의 최심점
 ANS, Anterior Nasal Spine : 시상면상 경구개의 최전방점
 PNS, Posterior Nasal Spine : 시상면상 경구개의 최후방점
 U, Tip of Uvula : 연구개의 최하방점
 AH, Anterior Hyoid : 설골의 최전상방점
 Go, Gonion : 하악하연과 후연의 교차점
 Me, Menton : 하악골 정중봉합부 외형선상의 최하방점
 C3, Third Vertebra : 제3경추의 최전하방점
 Ba, Basion : 대후두공 전연의 최하방점
 Pm, Pterygomaxillare : 시상면상 의돌상악돌기의 최하방점
 V, Vallecula : 후두개의 최심점

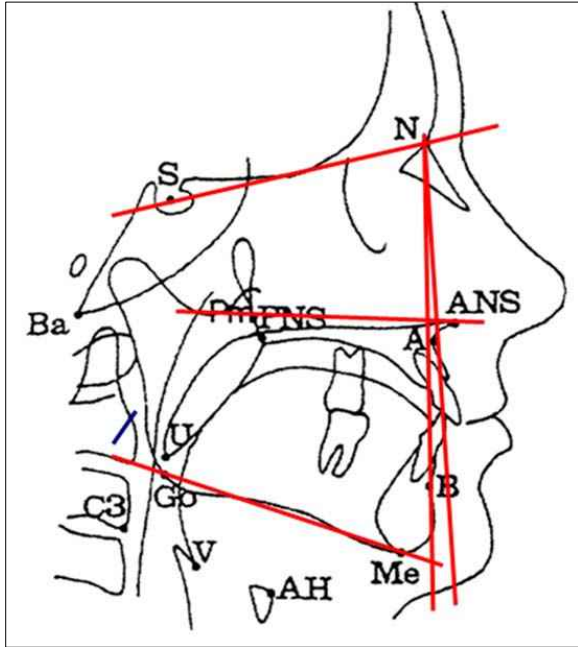


Fig. 2. Linear and angular measurements used in this study

- SNA : S, N 및 A 점을 연결한 선에 의해 이루어지는 각도
- ANB : A, N 및 B 점을 연결한 선에 의해 이루어지는 각도
- NL/PNS-U : ANS-Pm을 연결한 선과 PNS-U를 연결한 선에 의해 이루어지는 각도
- AH⊥MP : AH에서 Go과 Me을 연결한 선분에 이르는 수직 거리
- AH-C₃ : AH와 C₃간의 거리
- SPT : PNS와 U점을 연결한 선에 수직인 연구개의 최대 폭경
- PNS-U : PNS에서 U점까지의 거리
- NAS : 비인두부위의 기도 폭경, Ba점과 PNS점을 연결한 선과 인두후벽과의 교차점에서 PNS에 이르는 거리
- SOAS : 구인두 상부의 기도 폭경, PNS-U의 중앙점에서 그은 Go-Me의 평행선에 의해 이루어지는 인두 후벽 및 연구개 후연과의 교차점사이의 거리
- MOAS : 구인두 중간부의 기도 폭경, U점에서부터 인두후벽까지의 수직거리
- IOAS : 구인두 하부의 기도 폭경, Go과 Me을 연결한 선과 인두후벽 및 혀후연과의 교차점간의 거리
- HAS : 하인두부위의 기도 폭경, V점에서 인두후벽에 이르는 수직거리

III. 연구결과

1. 장치 장착 전후 수면무호흡지수 및 코골이시간의 변화

장치 장착 전후 전체 수면무호흡-저호흡지수(total apnea-hypopnea index)는 31.74 ± 29.62 에서 17.74 ± 25.98 로 통계적으로 유의성 있게 감소하였다. 양와위 수면무호흡-저호흡지수(supine apnea-hypopnea index)는 37.99 ± 31.62 에서 20.09 ± 28.40 으로, 비양와위 수면무호흡-저호흡지수(nonsupine apnea-hypopnea index)는 19.75 ± 32.81 에서 4.91 ± 13.08 로 유의성 있게 감소하였다. 전체 수면중 코골이 비율(percent time of snoring)도 51.6 ± 21.6 에서 40.7 ± 25.5 로 감소하였으나 통계적으로 유의하지 않았다. (Table 1)

2. 장치 장착 전후 산소분압의 변화

90%미만 산소포화도 퍼센트(percentage SpO₂<90)는 장치 장착 전후 5.53 ± 8.81 에서 2.89 ± 5.62 로 통계적으로 유의하게 감소하였다. 평균 산소포화도(mean SpO₂)와 최저 산소포화도(lowest SpO₂)는 장치 장착 전후 각각 94.92 ± 1.79 에서 96.23 ± 1.66 으로, 78.81 ± 9.23 에서 85.19 ± 8.70 으로 유의하게 증가하였다. (Table 2)

3. 장치 장착 전후 REM 수면과 NREM 수면 산소분압 및 수면무호흡지수의 변화

수면의 단계를 REM수면과 NREM수면으로 나누었을 때 장치 장착 전후 산소분압은 NREM수면에서 94.92 ± 2.10 에서 96.27 ± 1.76 로 통계적으로 유의성 있는 증가를 보였으나 REM수면에서는 증가가 통계적으로 유의하지 않았다. 장치 장착 전후 무호흡-저호흡지수는 NREM수면에서 29.53 ± 31.30 에서 16.16 ± 27.04 로 통계적으로 유의성 있는 감소를 보였으나 REM수면에서는 감소가 통계적으로 유의하지 않았다. (Table 3)

4. 장치 장착 전후 각성지수의 변화

각성 지수(arousal index)에서 장치 장착 전후 NREM 각성 지수(NREM arousal index)는 22.86 ± 21.99 에서 9.76 ± 15.81 로, REM 각성 지수(REM arousal

Table 1. Apnea-hypopnea event before and after MAD therapy

	Before	After	P-value
Total AHI	31.74±29.62	17.74±25.98	0.000
Supine AHI	37.99±31.62	20.09±28.40	0.000
Nonsupine AHI	19.75±32.81	4.91±13.08	0.010
Snoring time (%)	51.6±21.6	40.7±25.5	0.058

P-values were obtained from paired T-test.

Table 2. Oxygen saturation before and after MAD therapy

	Before	After	P-value
Percentage SpO ₂ <90	5.53±8.81	2.89±5.62	0.034
Mean SpO ₂	94.92±1.79	96.23±1.66	0.000
Lowest SpO ₂	78.81±9.23	85.19±8.70	0.000

P-values were obtained from paired T-test.

Table 3. REM versus NREM sleep oxygen saturation and AHI before and after MAD therapy

	Before	After	P-value
NREM SpO ₂	94.92±2.10	96.27±1.76	0.000
REM SpO ₂	91.00±18.69	96.00±2.35	0.156
NREM AHI	29.53±31.30	16.16±27.04	0.000
REM AHI	34.72±27.78	27.44±27.07	0.098

P-values were obtained from paired T-test.

index)는 23.53±17.77에서 14.97±16.78로 통계적으로 유의성 있게 감소하였다. 무호흡-저호흡 각성 지수 (Apnea-hypopnea arousal index)와 코골이 각성 지수 (snoring arousal index) 및 전체 각성 지수(total arousal index)도 각각 21.52±22.57에서 12.18±18.62로, 4.30±3.07에서 2.80±2.16로, 3.62±3.51에서 4.30±3.60으로 통계적으로 유의성 있게 감소하였지만 자발적 각성 지수(spontaneous arousal index)에서의 감소는 통계적으로 유의하지 않았다. (Table 4)

5. 장치 장착 전후 수면단계의 변화

장치 장착 전후 수면 단계에서 stage I은 31.1818.87

에서 23.2712.61로 통계적으로 유의하게 감소하였다. Stage II와 REM수면은 장치 장착 전후 각각 48.4514.64에서 53.9812.87로, 16.937.82에서 21.479.39로 통계적으로 유의하게 증가하였으나 stage III의 변화는 통계적으로 유의하지 않았다. (Table 5)

6. 두부규격방사선사진 분석 계측치와 수면무호흡 심도와와의 상관관계

두부규격방사선사진 분석 계측치와 무호흡-저호흡 지수와의 상관관계를 분석하였을 때 전체 수면무호흡-저호흡지수(total AHI)와 SNA, 전체 수면무호흡-저호흡지수(total AHI)와 SOAS(superior oral airway

Table 4. Sleep arousal before and after MAD therapy

	Before	After	P-value
NREM arousal index	22.86±21.99	9.76±15.81	0.000
REM arousal index	23.53±17.77	14.97±16.78	0.003
Apnea-hypopnea arousal index	21.52±22.57	12.18±18.62	0.000
Snoring arousal index	4.30±3.07	2.80±2.16	0.023
Spontaneous arousal index	3.62±3.51	4.30±3.60	0.455
Total arousal index	34.52±18.22	24.16±14.81	0.000

P-values were obtained from paired T-test.

Table 5. Sleep stage before and after MAD therapy

Sleep stage	Before	After	P-value
Stage I (%)	31.18±18.87	23.27±12.61	0.002
Stage II (%)	48.45±14.64	53.98±12.87	0.028
Stage III (%)	1.92±3.75	2.47±5.10	0.370
REM (%)	16.93±7.82	21.47±9.39	0.030

P-values were obtained from paired T-test.

Table 6. Correlation between each cephalometric parameter and AHI

	SNA	ANB	AH⊥MP	AH-C3	SPT	PNS-U	NAS	SOAS	MOAS	HAS
Total AHI	0.453*	0.284	-0.222	0.302	-0.225	-0.124	0.054	0.385**	0.224	0.249
Supine AHI	0.322	0.179	-0.118	0.170	-0.124	0.348	-0.350**	-0.194	-0.279	-0.027
Lateral AHI	0.100	-0.022	0.321	0.056	0.348	-0.293	-0.049	-0.098	0.123	-0.049

space)간 통계적으로 유의한 상관관계가 관찰되었다. 양와위 수면무호흡-저호흡지수(supine AHI)와 NAS (nasal airway space)간에도 통계적으로 유의한 상관관계가 관찰되었다. 다른 두부규격방사선사진 계측치와 무호흡지수와의 상관관계는 통계적인 유의성이 관찰되지 않았다. (Table 6)

7. 하악전방이동장치의 치료 효과에 영향을 미치는 요인

하악전방이동장치의 치료 효과에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위하여 장치 장착 전후의 수면무호

흡-저호흡 지수의 감소량 (delta AHI)과 나이, BMI, 두부규격방사선사진 계측치와의 다변량 선형회귀분석(Multivariate linear regression analysis)을 시행하였다. ANB(SNA-SNB)의 각도가 클수록 장치 장착 전후 수면무호흡-저호흡지수의 유의한 감소를 보였으며 ($\beta=0.879$, $p<0.05$), 다른 요인들은 통계적으로 유의하지 않았다. (Table 7)

IV. 고 찰

하악전방이동장치가 폐쇄성 수면무호흡증에 대하여 좋은 효과를 보인다는 사실은 이미 여러 선행들에

Table 7. Multivariate linear regression analysis of age, BMI, and each cephalometric parameter on the delta values of AHI after MAD therapy

Independent variables	Coefficient	Standardized coefficient (β)	P-value
Age	0.141	0.097	0.764
BMI	1.835	0.464	0.172
SNA	0.343	0.143	0.600
ANB	0.563	0.879	0.044
AH \perp MP	0.035	0.050	0.942
AH-C3	-0.767	-0.398	0.417
SPT	-0.790	-0.467	0.520
PNS-U	-0.715	-0.371	0.413
NL/PNS-U	-0.052	-0.075	0.793
NAS	-0.001	0.000	0.999
SOAS	1.444	0.373	0.417
MOAS	-2.022	-0.580	0.424
IOAS	0.824	0.343	0.612
HAS	-0.006	-0.003	0.993

의하여 입증된 바가 있으며, 이에 따라 폐쇄성 수면무호흡증에 대한 하악전방이동장치요법의 사용은 점차 증가하는 추세에 있다. 치료성공의 기준이 연구자들에 따라서 다르기는 하지만 대체적으로 50~80% 정도의 치료성공률을 보이는 것으로 알려져 있으며, 심각한 부작용이 없고 환자들이 대체적으로 잘 적응한다고 하였다.¹⁵⁾

본 연구에서 하악전방이동장치 장착 전후 수면무호흡지수의 감소는 전체 수면무호흡지수에서 31.74에서 17.74, 양와위 수면무호흡지수에서 37.99에서 20.09, 측방위 수면무호흡지수에서 19.75에서 4.91이었다. Clark 등(1993)¹⁶⁾이 Herbst-type 하악이동장치를 이용하여 중등도에서 심도의 수면무호흡증 환자 24명에서 연구한 결과는 RDI가 48에서 12로 감소하여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Marklund 등(1998)¹⁷⁾이 양와위-의존형 수면무호흡(supine-dependent sleep apnea)을 양와위 수면무호흡지수가 10이상이며 측방위 수면무호흡지수가 10미만으로 정의하고 12명의 양와위-의존형 수면무호흡 환자를 하악전방이동장치로 연구한 결과 양와위 수면무호흡지수는 41에서 5.9로 큰 폭의 감소를 보였었고, 비-양와위-의존형 수면무

호흡(non-supine-dependent sleep apnea) 환자에서는 양와위 수면무호흡지수가 44에서 21로, 측방위 수면무호흡지수가 21에서 4.5로 유사한 결과를 나타냈었는데 본 연구의 환자들에서는 자세의존형 환자군에 대한 세분류가 없었기 때문에 약간의 차이가 발생한 것으로 추정된다. Mehta 등(2001)¹⁸⁾은 하악전방이동장치와 control plate를 이용하여 최초의 randomized, controlled 연구를 시행하였는데 RDI의 감소는 30에서 14로 유사하였고, Tsuiki 등(2004)¹⁹⁾이 20명의 환자에서 하악전방이동장치 치료를 시행했을 때의 전체 수면무호흡지수는 31.6에서 9.8로 감소함으로써 본 연구와 매우 유사하였다. 코골이 시간 백분율(percent time of snoring)의 감소는 유의하지 않았지만 정 등(2010)²⁰⁾의 연구 결과와 유사하였고 하악전방이동장치가 연조직의 진동으로 발생하는 코골이를 줄이는데는 한계가 있음을 생각해 볼 수 있다.

산소포화도에서 본 연구의 결과는 장치 장착 전후 유의성 있는 개선을 보였는데 최저 산소포화도(lowest O₂ saturation)에서 78.81에서 85.19로 증가한 것은 Yoshida 등(2001)²¹⁾이 rigid oral appliance를 이용하여 72명의 환자를 연구했을 때 최저 산소포화도

가 72에서 75로 증가했던 것보다 더 우수했는데 이는 하악전방이동장치의 개선으로 발생한 것이 아닌가 여겨진다.

수면의 단계를 REM과 NREM으로 나누었을 때 NREM수면의 산소 분압은 통계적으로 유의한 증가를 보이고 REM수면의 산소 분압 증가는 유의하지 않았는데 REM수면에서는 근육 긴장도가 소실(muscle atonia)되기 때문에 REM 수면에서의 산소 분압 증가가 큰 긴장도를 유지하고 있는 NREM수면보다 적을 것으로 생각된다. 그리고 아울러 이 결과는 not-REM-related OSA환자들이 더 많아서 발생하는 것으로도 생각할 수 있다. REM-related OSA환자는 REM AHI가 Non-REM AHI의 2배 이상인 환자로 정의되며 not-REM-related OSA인 경우는 2배 미만으로 정의된다.²²⁾ 무호흡지수에서도 NREM에서의 감소만이 통계적으로 유의하고 REM에서의 감소는 유의하지 않음으로 이러한 경향을 확인할 수 있다. 각성 지수(arousal index)에서는 장치 장착 전후 대부분의 각성 지수(arousal index)에서 통계적으로 유의한 감소를 보임으로써 수면의 질이 향상되었는데 전체 각성 지수(total arousal index)에서 34에서 24로 30% 정도 감소한 것은 Mehta 등(2001)¹⁸⁾이 28명으로 시행한 연구결과(41에서 27로 감소)와 거의 유사하였다.

수면단계에 대한 장치 장착 전후의 변화에서 stage III를 제외하고는 통계적으로 유의성이 있었는데 REM수면이 16에서 21로 증가한 것은 Mehta 등(2001)¹⁸⁾의 연구 결과와 매우 유사한 것으로서 하악전방이동장치의 장착이 꿈을 꾸는 역설적 수면 단계인 REM수면을 증가시킴으로 수면의 질 향상에 기여한다고 볼 수 있다. NREM수면인 stage I에서는 통계적으로 유의하게 감소하였고 stage II에서는 유의하게 증가하였는데 이 결과는 Yoshida 등(2001)²¹⁾과 Umemoto 등(2012)²³⁾의 연구 결과와 조금 다른 결과로서 NREM수면의 구성에 variability가 있기 때문으로 추정할 수 있다.

두부규격방사선사진분석 계측치와 무호흡지수와의 상관관계에서 전체 수면무호흡지수(total AHI)와 SNA, SOAS(superior oral airway space)와 유의한 상관관계가 관찰되었는데 최 등(2001)²⁴⁾의 연구 결과 및 Chang 등(2008)²⁵⁾의 연구 결과와 비교할 만 하였다. 설골과 하악평면과의 거리(MP-H distance)와 연구개에서 인두벽까지의 거리(velum tip to pharyngeal wall parallel to Frankfurt horizontal, pharyngeal

airway space, PAS)가 무호흡의 심도와 상관성이 있다고 보고한 Chang 등의 연구와 유사하였지만 최 등의 연구에서 MOAS와 HAS가 중요한 결정 인자로 보고된 것과는 차이가 있었다. Liu 등(2001)²⁶⁾이 하악전방이동장치 효과의 예측 변수(predictor)로 상악의 전방 위치(longer maxilla), 작은 구인두(smaller oropharynx), 작은 overjet(smaller overjet) 등을 언급하였는데 본 연구에서 SNA와 수면무호흡지수가 유의한 상관관계를 보이며 ANB (SNA-SNB)가 치료효과에 영향을 미치는 유의한 요인으로 나타난 것과 유사하다고 할 수 있다. 다시 말해 두개골에 대한 상악골(상악전치)의 위치를 나타내는 SNA는 전체 수면무호흡지수와 상관관계가 있으며 하악전치에 대한 상악전치의 상대적 위치를 나타내는 ANB는 치료 효과에 영향을 미치는 중요한 요인이라고 할 수 있다. 하지만 이와 같이 두부규격사진분석의 결과는 수면중의 자세인 앙와위나 측방위에서가 아닌 직립위에서 촬영한 것이기 때문에 특히 연조직의 계측치는 중력이 작용하는 수면중의 앙와위와는 상당한 차이가 있을 것으로 생각된다.²⁷⁾

향후 하악전방이동장치의 효과를 분석하는 연구에서는 자세 의존성 환자군과 비자세 의존성 환자군을 분류하여 무호흡지수의 개선을 세분화 하는 것이 필요하며, 아울러 해부학적 요인들을 분석함에 있어서 특히 연조직 지표들을 분석하는 것에 있어서는 수면중 자세에서의 연조직 영상 등을 활용하여 정확도를 높이는 것이 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

폐쇄성수면무호흡증 환자의 표준 수면다원검사와 두부규격방사선사진 분석을 이용하여 하악전방이동장치의 치료 효과에 영향을 주는 요소들을 분석하기 위하여 서울대학교치과병원 구강내과에 내원한 27명의 수면무호흡증 환자들을 대상으로 측두두부규격방사선사진 촬영 및 계측과 하악전방이동장치를 제작하여 장치 장착 전후 수면다원검사를 시행하였다. 장치 장착 전후 수면무호흡지수, 산소포화도, 각성지수 등을 비교하였고 무호흡-저호흡지수와 두부규격방사선사진 계측치와의 상관관계를 분석하여 다음과 같은 결과 얻었다.

1. 하악전방이동장치 장착 전후 전체수면무호흡-저호흡지수가 31.74±29.62에서 17.74±25.98로, 앙와위 수면무호흡-저호흡지수가 37.99±31.62에서 20.09±

- 28.40으로, 측방위 수면무호흡-저호흡지수가 19.75 ±32.81에서 4.91±13.08로 통계적으로 유의성 있게 감소하였으나 전체 수면중 코골이 비율의 감소는 통계적으로 유의하지 않았다.
2. 산소 분압 및 포화도는 하악전방이동장치 장착 전후 통계적으로 유의하게 개선되었다.
 3. 수면의 단계를 REM수면과 NREM수면으로 나누었을 때 하악전방이동장치 장착 전후 NREM수면의 산소분압과 무호흡지수는 통계적으로 유의성 있는 개선을 보였으나 REM수면에서의 개선은 통계적으로 유의성이 없었다.
 4. 각성지수(전체, 무호흡-저호흡, 코골이, NREM, REM)는 하악전방이동장치 장착 전후 통계적으로 유의하게 감소되었으나 자발적 각성 지수는 그렇지 않았다.
 5. 수면의 단계에서 하악전방이동장치 장착 전후 stage I은 유의성 있는 감소, stage II와 REM수면은 유의성 있는 증가를 보였으나 stage III의 변화는 통계적으로 유의하지 않았다.
 6. 두부규격방사선사진 분석 계측치중 SNA와 SOAS가 전체 수면무호흡지수와 유의한 상관관계를 보였으며, NAS가 양와위 수면무호흡지수와 유의한 상관관계를 보였으나 다른 두부규격방사선사진 분석 계측치는 무호흡지수와 유의한 상관관계가 없었다.
 7. 하악전방이동장치의 효과는 환자의 ANB 각도가 클수록 유의하게 높게 나타났다.

참 고 문 헌

1. Chae KY. Physiology of sleep. Korean J Pediatr 2007;50:711-7.
2. Hoffstein V, Viner S, Mateika S, Conway J. Treatment of obstructive sleep apnea with nasal continuous positive airway pressure. Patient compliance, perception of benefits, and side effects. Am Rev Respir Dis 1992;145:841-5.
3. Riolfi I, Olson LG, Saunders NA. Long-term acceptance of continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnea. Am Rev Respir Dis 1991; 144:1130-3.
4. Miljeteig H, Mateika S, Haight JS. Subjective and objective assessment of uvulopalatopharyngoplasty for treatment of snoring and obstructive sleep apnea. Am J Respir Crit Care Med 1994;150:1286-90.
5. Wilhelmsson B, Tegelberg A, Walker-Engstrom ML, Ringqvist M, Andersson L, Krekmanov L, Ringqvist IA. A prospective randomized study of a dental appliance compared with uvulopalatopharyngoplasty in the treatment of obstructive sleep apnoea. Acta Otolaryngol 1999;119:503-9.
6. Clark GT, Blumenfeld I, Yoffe N, Peled E, Lavie P. A crossover study comparing the efficacy of continuous positive airway pressure with anterior mandibular positioning devices on patients with obstructive sleep apnea. Chest 1996;109:1477-83.
7. Ferguson KA, Ono T, Lowe AA, al-Majed S, Love LL, Fleetham JA. A short-term controlled trial of an adjustable oral appliance for the treatment of mild to moderate obstructive sleep apnea. Thorax 1997;52: 362-8.
8. Aber WR, Block AJ, Hellard DW, Webb WB. Consistency of respiratory measurements from night to night during the sleep of elderly men. Chest 1989;96:747-51.
9. Chediak AD, Acevedo-Crespo JC, Seiden DJ, Kim HH, Kiel MH. Night variability in the indices of sleep-disordered breathing in men being evaluated for impotence with consecutive night polysomnograms. Sleep 1996;19:589-92.
10. Keenan SP, Anderson B, Wiggs B, Ryan CF, Fleetham JA. The predictive accuracy of home oximetry in patients with suspected obstructive sleep apnea. Sleep 1993;16:133-4.
11. Manser RL, Rochford P, Naughton MT, et al. Measurement variability in sleep disorders medicine: the Victorian experience. Intern Med J 2002;32: 386-93.
12. Littner M. Polysomnography in the diagnosis of the obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome: where do we draw the line? Chest 2000;118:286-8.
13. Meyer TJ, Eveloff SE, Kline LR, Millman RP. One negative polysomnogram does not exclude obstructive sleep apnea. Chest 1993;103:756-60.
14. Kushida CA, Littner MR, Morgenthaler T, et al. Practice parameters for the indications for polysomnography and related procedures: An update for 2005. Sleep 2005;28:499-519.
15. Schmidt-Nowara W, Lowe A, Wiegand L, Cartwright R, Perez-Guerra F, Menn S. Oral appliances for the treatment of snoring and obstructive sleep apnea: a review. Sleep 1995;18:501-10.
16. Clark GT, Arand D, Chung E, Tong D. Effect of anterior mandibular positioning on obstructive sleep apnea. Am Rev Respir Dis 1993;147:624-9.

17. Marklund M, Franklin kA, Sahlin C, Lundgren R. The effect of a mandibular advancement device on apneas and sleep in patients with obstructive sleep apnea. *Chest* 1998;113:707-13.
18. Mehta A, Qian J, Petocz P, Daredeliler MA, Cistulli PA. A randomized, controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1457-61.
19. Tsuiiki S, Lowe AA, Almeida FR, Kawahata N, Fleetham JA. Effects of mandibular advancement on airway curvature and obstructive sleep apnoea severity. *Eur Respir J* 2004;23:263-8.
20. Chung JW, Enciso R, Levendowski DJ, Morgan TD, Westbrook PR, Clark GT. Treatment outcomes of mandibular advancement devices in positional and nonpositional OSA patients. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109:724-31.
21. Yoshida K. Influence of sleep posture on response to oral appliance therapy for sleep apnea syndrome. 2001 Aug 1;24(5):538-544.
22. Haba-Rubio J, Janssens JP, Rochat T, Sforza E. Rapid eye movement-related disordered breathing-clinical and polysomnographic features. *Chest* 2005;128:3350-7.
23. Umemoto G, Yoshimura C, Aoyagi N, Toyoshima H, Matsumoto T, Watanabe K, Maki H, Kikuta T. Treatment outcome of the two-part semi-rigid oral appliance in obstructive sleep apnea. *Oral Science Int* 2012;9:49-54.
24. Choi JK, Choi JM, Ahn HJ. Cephalometric characteristics and their relationship to Respiratory Disturbance Indices in snorer and patients with Obstructive Sleep Apnea. *Korean J Oral Med* 2001; 26: 369-76.
25. Chang ET, Shiao GM. Craniofacial abnormalities in Chinese patients with obstructive and positional sleep apnea. *Sleep Med* 2008;9:403-10.
26. Liu Y, Lowe AA, Fleetham JA, Park Y-C. Cephalometric and physiologic predictors of the efficacy of an adjustable oral appliance for treating obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;120:639-47.
27. Sforza E, Bacon W, Weiss T, et al. Upper airway collapsibility and cephalometric variables in patients with obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 161: 347-52.

ABSTRACT

Treatment Outcome of Mandibular Advancement Device in Obstructive Sleep Apnea Patients- Polysomnographic and Cephalometric analyses

Jin-Woo Chung, D.D.S.,Ph.D., Ebee Kim, D.D.S., Sung-Hun Kim, D.D.S.,M.S.

Department of Oral Medicine and Oral Diagnosis School of Dentistry, Seoul National University

Objecives : The purpose of the study was to evaluate treatment outcome of mandibular advancement device(MAD) in obstructive sleep apnea (OSA) patients using full night polysomnography and cephalometry.

Methods : Twenty-seven OSA patients were confirmed by full night, lab-attended polysomnography. Cephalometric examinations were conducted to obtain SNA, ANB, AH \perp MP, AH-C3, SPT, PNS-U, NAS, SOAS, MOAS, and HAS. Mandibular advancement devices (MADs) were fabricated and delivered for all subjects. After acclimation period of MAD, the second polysomnographic examinations were conducted in the same manner. Polysomnographic variables were compared between before and after MAD placement. Also, correlation coefficients were calculated between apnea-hypopnea index (AHI) and each item of cephalometric parameters.

Results : There were significant improvements in total AHI, lowest SpO₂, and total arousal index after MAD therapy. Also, there were significant improvements in NREM SpO₂ and NREM AHI, but not in REM SpO₂ and REM AHI with MAD. Stratifying the sleep stage, there were significant decrease in stage I and significant increases in stage II and REM, but change in stage III was not significant. SNA and SOAS were significantly correlated with total AHI and NAS was significantly correlated with supine AHI. ANB was significantly associate with the effect of MAD.

Conclusions : MAD is an effective treatment in OSA patients comparing polysomnographic variables before and after treatment. Cephalometric examination can be useful to evaluate OSA patients and predict treatment outcome of MAD.

Key words: Sleep apnea, Polysomnography, Cephalometry, Sleep stage, Mandibular advancement device
