

Treatment Outcomes of Mandibular Advancement Devices in Obstructive Sleep Apnea Patients

Cheon-Sik Kim, Yong-Seok Lee¹, Cheon-Ung Cho¹, and Dae-Sik Kim²

Departments of Neurology, Asan Medical Center, Seoul 138-736, Korea¹

Department of Clinical Laboratory Science, Dongnam Health University, Suwon 440-714, Korea²

Mandibular advancement devices (MAD) are therapeutic options for obstructive sleep apnea (OSA). The aim of study was to investigate treatment outcomes of before and after insertion of MAD in OSA patients. We retrospectively selected a total of 13 patients who were diagnosed with OSA syndrome. All sleep-related parameters including apnea-hypopnea index (AHI), oxygen desaturation index (ODI), wake after sleep onset (WASO), total arousal were measured by before and after MAD. The use of MAD proves to be efficient in reducing snoring, apnea-hypopnea index (17.2 ± 14.6 vs 20.9 ± 14.6), WASO (27.4 ± 28.8 vs 47.9 ± 43.6), oxygen desaturation index (9.0 ± 11.6 vs 16.4 ± 11.7), stage N3 (54.8 ± 45.2 vs 36.6 ± 22.0), REM sleep times (73.3 ± 19.4 vs 66.0 ± 31.0) and increases sleep efficiency (92.6 ± 6.6 vs 87.2 ± 11.2). The decreases in apnea index based on a reduction in the overall and supine AHI values after MAD therapy were significantly greater for the positional OSA than nonpositional OSA patients. The use of MAD proves to be efficient in snoring, WASO, sleep efficiency, reduced AHI and associated with good compliance of patients.

Key Words : Obstructive sleep apnea, Apnea-hypopnea index, Mandibular advancement devices

서론

폐쇄성수면무호흡(obstructive sleep apnea, OSA)은 수면 다원검사에서 상기도 폐쇄로 10초 이상 호흡이 멈추는 것을 말하며, 이러한 폐쇄성수면무호흡을 주증상으로 하는 폐쇄성수면무호흡증후군은 주간이나 야간에 수면무호흡과 관련된 임상증상이 있으면서 수면다원검사에서 무호흡-저호흡 지수(apnea-hypopnea index, AHI)가 시간당 5 이상일 때

진단할 수 있다(AASMTF, 1999). 야간 수면 중의 이러한 무호흡-저호흡은 주간의 과도한 주간졸음증, 인지기능 저하, 뇌졸중 및 허혈성심장질환 등의 위험을 증대시키고 결과적으로 혈관질환으로 인한 사망을 초래하는 매우 위험한 질환이다(Malhotra와 White, 2002; Engleman과 Douglas, 2004; Robinson 등, 2004).

폐쇄성수면무호흡증후군의 치료는 지속적인 기도내양압 장치(continuous positive airway pressure, CPAP), 구강내하악전돌장치(mandibular advancement devices, MAD) 및 수술적 방법 등이 사용되고 있다.

폐쇄성수면무호흡증후군 치료법으로 지속적 기도내양압 장치가 효능면에서 가장 좋은 효과를 보이지만 불편하여 사용 중 치료를 중단하는 경우가 많다. 이에 반해 하악전돌장치는 지속적인 기도내양압장치보다는 수면 중 무호흡-저호흡지수를 낮추는 데는 효과가 적지만 착용이 편안하다는 장점으로 인해 환자들이 하악전돌장치를 선호하는 경향이 있다(Clark 등, 1996).

Corresponding author: Kim, Dae-Sik, Department of Clinical Laboratory Science, Dongnam Health University, Suwon 440-714, Korea.

Tel: 031-249-6415, 010-7511-1886

FAX: 031-249-6410

E-mail: kdaesik@dongnam.ac.kr

본 연구는 2010년도 동남보건대학 연구비 지원에 의하여 수행된 것임.

Received : 3 June 2011

Return for modification : 16 June 2011

Accepted : 20 June 2011

이에 본 연구에서는 수면다원검사를 통하여 하악전돌장치 착용 전후 환자의 수면구조의 변화, 무호흡-저호흡지수 및 코골이 변화 등 하악전돌장치의 효과에 대해서 알아보고자 한다.

대상과 방법

1. 대상

2008년 7월부터 2010년 10월까지 코골이 및 수면무호흡으로 내원하여 수면다원검사를 시행한 환자 중 무호흡-저호흡지수가 시간당 5 이상이면서 지속적 기도내양압장치나 수술적 방법을 거부하고 하악전돌장치를 시행한 환자를 대상으로 하였다. 전체 환자는 15명 중 여자가 4명이었으며, 연령은 21세에서 68세 까지 다양하였다. 하악전돌장치는 시행하였으나 하악전돌장치 착용 후 수면다원검사를 재시행한 환자를 대상으로 하였고, 검사를 시행하지 않은 2명의 환자는 연구에서 제외하였다.

2. 수면다원검사

수면단계 측정을 위해 6개 채널의 뇌파, 2개 채널의 안전도, 3개 채널의 턱밑 근전도를 시행하였다. 무호흡과 저호흡 측정을 위한 호흡센서로는 온도감지센서와 비강공기압센서를 동시에 사용하였고, 호흡에 따른 흉복부의 움직임 관찰하기 위해 흉부 및 복부에 호흡벨트를 착용하였다. 심전도, 하지근전도, 산소포화도, 코골이 및 수면 중 체위 변동을 분석하기 위해 체위감지센서 등을 동시에 기록하였다.

3. 무호흡 및 저호흡 판독

무호흡 및 저호흡의 판독은 미국수면학회 수면다원검사 자격증을 가지고 있는 숙련된 2명의 임상병리사가 담당하였다. 무호흡, 저호흡을 판독한 기준은 개정된 2007년 미국 의학회 권장기준을 사용하였다. 무호흡은 온도감지센서에서 최소 10초 이상, 공기의 흐름이 90% 이상 감소된 경우로 정의하였다. 저호흡은 비강공기압센서에서 최소 10초 이상, 호흡량이 30% 이상 감소하고 동시에 4% 이상 혈중산소포화도가 감소된 경우로 정의하였다(Iber 등, 1997).

4. 하악전돌장치(mandibular advancement device)

하악전돌장치는 상악과 하악 치아에 각각 부착하고, 하악을 전방으로 돌출시켜 주는 장치이다. 하악전돌장치가 폐쇄성수면무호흡 환자에서 작용을 나타내는 원리는 하악의 전방 위치를 통해 기도의 직경이 증가되며, 이로 인해 흡기시의 음압에 대한 기도의 협착 저항성이 증가한다는 이론과 하악의 전방 이동으로 인하여 인두의 신장이 발생하며, 이로 인한 인두운동체계(pharyngeal motor system)가 활성화 된다는 이론이다(Yoon과 Kim, 2006). 본 연구에 사용되어진 하악전돌장치는 13명 모두에게 동일한 종류의 변형된 Herbst 장치를 사용하였다(Fig. 1).

5. 통계분석

환자의 일반적 특징 및 수면다원검사에서의 수면관련 변수, 그리고 각 판독기준에 따른 무호흡-저호흡지수 등의 기술통계를 사용하여 분석하였다. 하악전돌장치 착용 전후의 무호흡-저호흡지수 비교와 앙와위 자세와 비앙와위 자



Fig 1. Modified herbst appliance.

세에서의 폐쇄성수면무호흡 환자에서의 하악전돌장치 착용 전후의 호흡지수 비교는 윌콕슨의 결합-조기호-순위 검정 (Wilcoxon matched-pairs signed-ranks test)을 사용하여 분석하였다. 무호흡 환자에서 무호흡-저호흡지수가 앙와위 자세와 비앙와위 자세에서 2배 이상 차이가 나는 경우를 체위성무호흡 환자로 정의하였다(Cartwright, 1984). 통계처리는 SPSS version 13.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

결 과

1. 대상자의 일반적 특징

대상자의 연령 범위는 21세에서 68세로 평균연령은 49.4±14.0세 였고, 체질량지수는 26.0±23.2이었다. 하악전돌장치 착용 전 전체 환자의 평균 무호흡-저호흡지수는 20.9±14.6이었고, 이 중 앙와위 무호흡-저호흡지수는 31.0±25.9, 비앙와위 무호흡-저호흡지수는 11.2±23.8로 자세에 따른 무호흡-저호흡지수의 차이가 2배 이상이었다 (Table 1).

Table 1. Characteristics of study population at baseline

Variables	Mean ± SD
Age (y)	49.4 ± 14.0
Gender, % male	69.2
BMI (kg/m ²)	26.0 ± 23.2
Neck circumference (cm)	42.0 ± 37.0
Overall AHI	20.9 ± 14.6
Supine AHI	31.0 ± 25.9
Nonsupine AHI	11.2 ± 23.8
Snoring time (min)	51.9 ± 53.8
ESS	7.8 ± 2.8

Abbreviations: SD, standard deviation; BMI, body mass index; AHI, apnea hypopnea index; ESS, epworth sleepiness scale

2. 하악전돌장치 착용전후의 수면구조의 변화

하악전돌장치 착용 후 수면의 구조는 1단계 수면(stage N1)은 줄고, 3단계 수면(stage N3)과 REM 수면 시간은 증가하는 것을 볼 수 있었으며, 1단계 수면은 통계상 유의한 차이를 보였다($p < 0.039$)(Table 2).

수면잠복기(sleep latency), 수면 중 각성시간(wake after sleep onset), 최소산소포화도(minium saturation), 산소포화도지수, 전체 각성 수(total arousal number)는 하악전돌장치 착용 후 전반적으로 감소하였으나, 수면효율성(sleep efficiency)은 증가하였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

하악전돌장치 착용 전후의 무호흡-저호흡지수는(착용 전 vs 착용 후; 20.9±14.6 vs 17.2±14.6; $p=0.345$) 통계적으로 유의한 차이는 보이지는 않았지만 착용 후 무호흡-저호흡지수가 줄어드는 것을 볼 수 있었다(Table 2).

Table 2. Changes in sleep event pre-post MAD therapy in OSA patents (n=13)

Variables	With MAD	Without MAD	p
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Stage N1 (min)	79.4 ± 31.4	93.9 ± 29.9	0.039
Stage N2 (min)	159.8 ± 43.3	165.8 ± 55.6	0.65
Stage N3 (min)	54.8 ± 45.2	36.6 ± 22.0	0.249
REM (min)	73.3 ± 19.4	66.0 ± 31.0	0.507
TST (min)	367.3 ± 20.3	362.5 ± 58.5	0.861
SL (min)	3.0 ± 2.8	4.6 ± 4.2	0.05
WASO (min)	27.4 ± 28.8	47.9 ± 43.6	0.039
MinSaO ₂	85.3 ± 3.7	84.2 ± 5.0	0.5
ODI	9.0 ± 11.6	16.4 ± 11.7	0.006
AHI	17.2 ± 14.6	20.9 ± 14.6	0.345
Seff (%)	92.6 ± 6.6	87.2 ± 11.2	0.028
Snoring time (min)	33.0 ± 25.8	51.9 ± 53.8	0.422
Total arousal (number)	136.0 ± 59.3	158.7 ± 49.8	0.043

Abbreviations: MAD, mandibular advancement devices; OSA, obstructive sleep apnea; SD, standard deviation; REM, rapid eye movement; TST, total sleep time; SL, sleep latency; WASO, wake after sleep onset; MinSaO₂, minium saturation; ODI, oxygen desaturation index; AHI, apnea hypopnea index; Seff, sleep efficiency.

3. 수면 자세에 따른 하악전돌장치 착용 전과 후의 호흡지수 비교

하악전돌장치를 착용한 13명의 폐쇄성수면무호흡 환자 중 10명은 앙와위 폐쇄성수면무호흡 환자였고, 3명은 비앙와위 폐쇄성수면무호흡 환자였다. 앙와위 폐쇄성수면무호흡 환자의 경우 하악전돌장치 착용 후 산소포화도지수, 무호흡-저호흡지수, 앙와위 자세에서의 무호흡-저호흡지수 및 전체 각성 수가 전반적으로 감소하였고, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였지만(Table 3), 비앙와위 폐쇄성수면무호흡 환자의 경우 하악전돌장치 착용 후 3단계 수면과 REM 수면 시간의 증가, 산소포화도지수, 무호흡-저호흡지수, 앙와위 자세에서의 무호흡-저호흡지수 및 전체 각성 수는 전반적으로 감소하였으나, 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 4).

Table 3. Changes in sleep event pre-post MAD in positional OSA patients (n=10)

Variables	With MAD	Without MAD	p
	Mean ± SD	Mean ± SD	
Number	10	10	
Stage N1 (min)	74.2 ± 32.8	87.7 ± 27.6	0.074
Stage N2 (min)	153.0 ± 44.6	176.3 ± 56.8	0.241
Stage N3 (min)	63.8 ± 47.6	32.8 ± 23.6	0.074
REM (min)	76.5 ± 17.0	70.1 ± 28.4	0.721
TST (min)	367.5 ± 22.6	367.1 ± 53.2	0.799
SL (min)	3.1 ± 3.0	4.9 ± 4.6	0.059
WASO (min)	28.8 ± 32.5	36.8 ± 35.8	0.241
MinSaO2	84.6 ± 3.9	82.9 ± 4.8	0.386
ODI	9.0 ± 11.8	16.9 ± 10.4	0.017
AHI	15.2 ± 11.8	21.6 ± 12.9	0.047
Supine AHI	12.6 ± 15.2	33.5 ± 26.2	0.005
Nonsupine AHI	3.1 ± 6.9	5.0 ± 9.9	0.214
Seff (%)	92.3 ± 7.4	89.7 ± 9.4	0.169
Snoring time (min)	32.6 ± 23.9	51.6 ± 60.2	0.646
Total arousal (number)	117.3 ± 50.3	150.7 ± 47.3	0.022

See Tabel 2.

고찰

폐쇄성수면무호흡 환자의 치료법으로 지속적 기도내양압장치가 가장 많이 사용되고 있지만, 지속적 기도내양압장치를 사용하는 5~50%의 환자들은 사용 시의 불편감으로 인해 치료를 중단하는 것으로 보고되었고(Kushida 등, 2006), 최근에는 이에 대한 대안으로 하악전돌장치가 폐쇄성수면무호흡 치료 도구로 사용되고 있다.

폐쇄성수면무호흡을 가진 24명의 환자를 대상으로 하악전돌장치 착용 전과 후의 호흡장애지수(respiratory disturbance index)를 비교한 결과 장치착용 전 호흡장애지수 48±34에서 장치착용 후 12±21로 약 58%의 환자에서 호흡장애지수가 감소한 결과를 보였고, 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Clark 등, 1993).

Clark 등(1996)에 의하면 폐쇄성수면무호흡을 가진 환자를 대상으로 하악전돌장치 착용 전후의 무호흡-저호흡지

Table 4. Changes in sleep event pre-post MAD in nonpositional OSA patients

Variables	with MAD	without MAD	P
	mean ± SD	mean ± SD	
Number	3	3	
Stage N1 (min)	96.6 ± 21.6	114.5 ± 33.2	0.285
Stage N2 (min)	182.5 ± 35.9	130.8 ± 40.6	0.285
Stage N3 (min)	24.6 ± 17.5	49.5 ± 9.9	0.109
REM (min)	62.8 ± 27.4	52.3 ± 42.1	0.285
TST (min)	366.7 ± 12.9	347.2 ± 85.7	1
SL (min)	2.9 ± 2.0	3.5 ± 2.7	0.655
WASO (min)	22.9 ± 14.1	85.1 ± 54.1	0.109
MinSaO2	87.8 ± 1.2	88.2 ± 3.9	1
ODI	8.9 ± 13.3	15.1 ± 18.1	0.109
AHI	23.7 ± 23.9	18.7 ± 23.0	0.109
Supine AHI	19.0 ± 23.1	22.8 ± 28.4	0.285
Nonsupine AHI	13.3 ± 17.9	32.0 ± 46.2	0.109
Seff (%)	93.5 ± 3.8	79.0 ± 14.7	0.109
Snoring time (min)	34.1 ± 37.9	52.6 ± 32.5	0.593
Total arousal (number)	198.6 ± 46.0	185.6 ± 58.5	0.593

See Tabel 2.

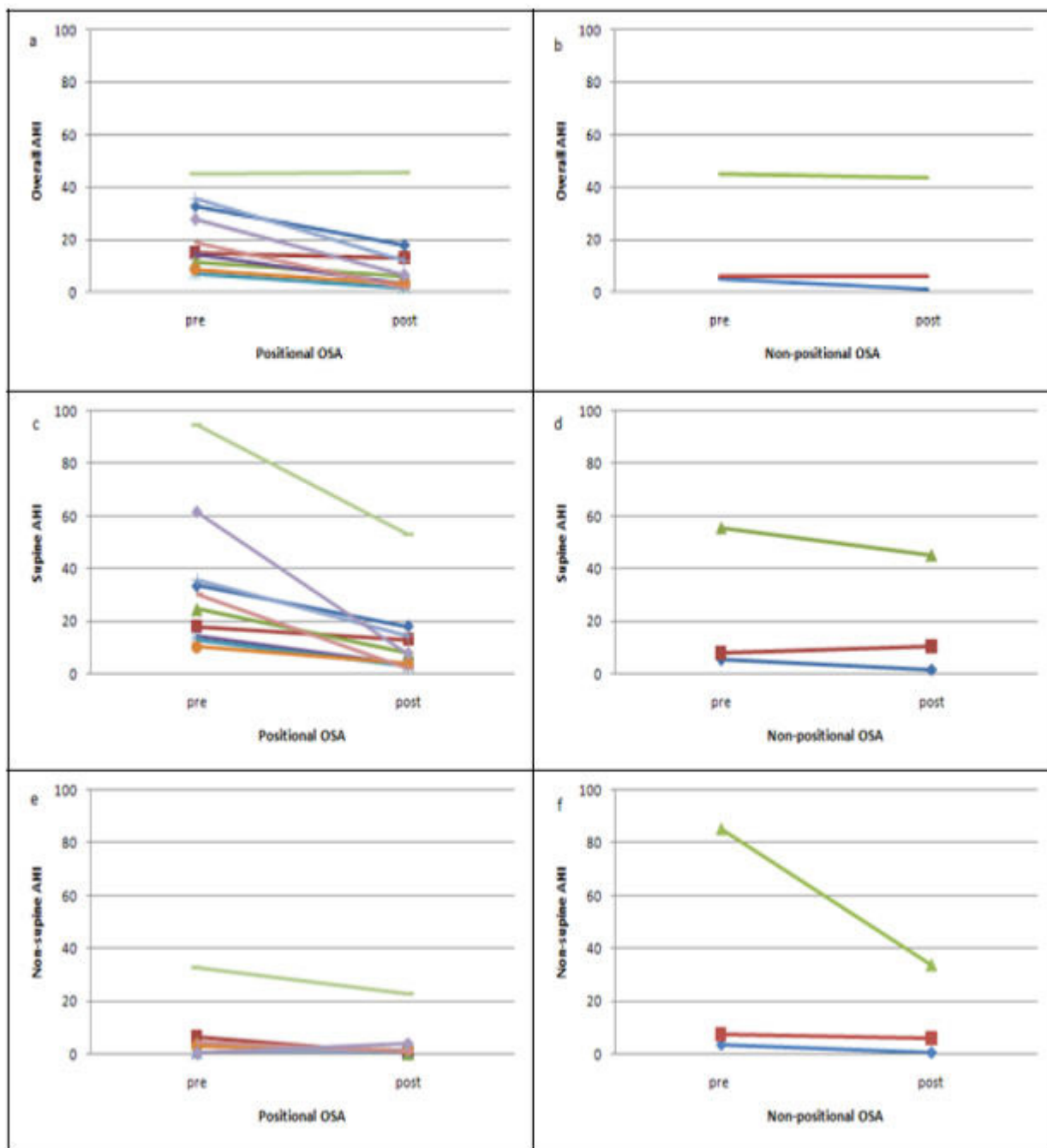


Fig. 2. These 6 graphs show the pre–post MAD changes for positional subjects and nonpositional subjects. The 2 top figures (a and b) show the overall AHI data, the middle 2 figures (c and d) show the supine–only AHI data, and the bottom 2 figures (e and f) show the nonpositional AHI data.

수를 비교한 결과 하악전돌장치를 착용한 후 무호흡–저호흡지수가 착용전보다 38.9% 감소하였다고 보고하였다.

본 연구결과 모든 환자의 하악전돌장치 착용 후 무호흡–

저호흡지수가 15% 감소하는 것을 볼 수 있었고, 이는 Clark 등(1996)이 보고한 수치보다는 감소율이 낮았지만, 양와위 폐쇄성수면무호흡 환자의 경우 무호흡–저호흡지수가 하악

전돌장치 착용 후 62.3%나 감소하는 것을 볼 수 있었고, 이는 곧 앙와위 폐쇄성수면무호흡 환자에서 하악전돌장치의 효능이 훨씬 좋은 것으로 나타났다(Table 3).

Sjoholm 등(1994)은 하악을 전방으로 이동할 수 있게 조절된 하악전돌장치를 사용한 12명의 수면무호흡 환자와 하악전돌장치를 착용하지 않은 수면무호흡 환자를 대상으로 수면 중 산소포화도를 측정하였고, 이 결과 하악전돌장치를 착용한 12명의 환자에서는 산소포화도지수가 44.7에서 29.6으로 감소하였고 이는 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 하악전돌장치를 착용하지 않은 환자의 경우 44.7에서 40.9로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

본 연구결과 하악전돌장치 착용 후 수면 중 산소포화도지수(착용 전 vs 착용 후; 16.4 ± 11.7 vs 9.0 ± 11.6 ; $p=0.006$)가 통계적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 나타났으며(Fig. 2), 이는 하악전돌장치가 아래턱을 전방으로 잡아당겨 상대적으로 상기도의 통로를 넓혀주기 때문에 수면 중 산소의 유입이 용이해짐으로 인해 산소포화도 저하가 감소한 것으로 생각되어지며, 이는 Sjoholm 등(1994)이 보고한 것과 비슷한 결과를 보였다.

중등도의 폐쇄성수면무호흡 증후군 환자를 대상으로 조절된 하악전돌장치와 지속적 기도내양압장치를 비교한 연구에서, 지속적 기도내양압장치의 경우 70%에서 치료 효과를 보였으며, 환자의 협조를 얻지 못하는 경우는 30%였다. 조절된 하악전돌장치를 사용한 경우 치료 효과를 나타낸 환자가 55%였고 이 중 협조를 얻지 못한 경우는 5%에 불과하였다(Ferguson 등, 1997).

본 연구 대상 환자 모두가 지속적 기도내양압장치를 시행하였으나 불편하다는 이유로 지속적으로 사용을 하지 못하였으며, 이의 대안으로 하악전돌장치를 시행하였고, 대상자 13명 중 3명(23%)은 하악전돌장치가 턱관절 통증과 입벌림으로 인해 사용을 포기하였으나 10명은 지속적 기도내양압장치보다 착용이 간편하고, 폐쇄공포증이나 입마름 증상이 없어 협조도(78%)가 매우 높은 것을 볼 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 하악전돌장치 착용 전과 후의 수면다원검사를 통해서 객관적으로 검증된 대상 환자의 숫자가 적음에 기인하여 통계적으로 모든 폐쇄성 수면무호흡-저호흡증후군을 가진 환자의 치료 결과를 대변하기는 어렵

겠지만 국내에서 처음으로 폐쇄성수면 무호흡-저호흡 환자를 대상으로 하악전돌장치에 대한 연구를 시행하였다는 것에 의의를 가질 수 있겠다.

결론적으로 하악전돌장치는 지속적 기도내양압장치보다는 폐쇄성수면무호흡을 치료하는데 효능은 떨어지지만 환자의 불편감 및 협조 정도를 고려할 때 지속적 기도내양압장치를 대신할 수 있는 매우 유용한 장치로 사료된다.

참고문헌

1. American Academy of Sleep Medicine Task Force (AASMTF). Sleep-related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. The Report of an American Academy of Sleep Medicine Task Force. *Sleep*. 1999, 22:667-689.
2. Cartwright RD. Effect of sleep position on sleep apnea severity. *Sleep*. 1984, 7:110-114.
3. Clark GT, Arand D, Chung E, Tong D. Effect of anterior mandibular positioning on obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis*. 1993, 147:624-629.
4. 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, 109:1477-1483.
5. Engleman HM, Douglas NJ. Sleep. 4: Sleepiness, cognitive function, and quality of life in obstructive sleep apnoea/hypopnea syndrome. *Thorax*. 2004, 59:618-622.
6. 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 apnoea. *Thorax*. 1997, 52:362-368.
7. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson AL, Quan SF. The AASM manual for the scoring of sleep and associated event: rules, terminology and technical specifications. American Academy of Sleep Medicine, 2007. Westchester, IL.
8. Kushida CA, Littner MR, Hirshkowitz M, Morgenthaler TI, Alessi CA, Bailey D et al. Practice parameters for the use of continuous and bilevel positive airway pressure devices to treat adult patients with sleep-related breathing disorders. *Sleep*. 2006, 29:375-380.
9. Malhotra A, White DP. Obstructive sleep apnea. *Lancet*. 2002, 360(9328):237-245.
10. Robinson GV, Stradling JR, Davies RJO. Sleep. 6: Obstructive

- sleep apnoea/hypopnoea syndrome and hypertension. *Thorax*. 2004, 59:1089-1094.
11. Sjöholm TT, Polo OJ, Rauhala ER, Vuoriluoto J, Helenius HY. Mandibular advancement with dental appliance in obstructive sleep apnea. *J Oral Rehabil*. 1994, 21:595-603.
12. Yoon HY, Kim ST. Efficacy of mandibular advancement device in management of obstructive sleep apnea. *J Korean Sleep*. 2006, 2:74-78.