

수면센터 특집

구강 내 장치를 이용한 폐쇄성 수면 무호흡증의 치료

김진우, 김선종¹

이화여자대학교 의과대학 부속목동병원 구강악안면외과, ¹이화여자대학교 의학전문대학원 치과학교실 구강악안면외과

Treatment of Obstructive Sleep Apnea with Oral Appliance

Jin-Woo Kim, Sun-Jong Kim¹

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Ewha Womans University Mokdong Hospital, ¹Division of Oral and Maxillofacial Surgery, Department of Dentistry, Ewha Womans University School of Medicine, Seoul, Korea

Oral appliances have been considered as effective treatment modality for obstructive sleep apnea (OSA). Especially mandibular advanced device (MAD) showed more effective treatment results compared to other oral appliances. With the accurate diagnosis through polysomnography, clinical examination and radiographic examination, the appropriate application of oral appliances would show promising results for OSA and snoring. However oral appliances can raise the complications such as untoward movement of teeth and development of temporomandibular joint disorders, thus it is highly recommended that the treatment should be undertaken by skilled dental specialists. Moreover, periodic check-up and adjustment of appliances, if needed, should be performed. Although the assertion that continuous positive airway pressure is superior to MAD physiologically, consensus is not available until now. For optimum treatment for OSA, further researches are necessary for investigation of long-term efficiency, performance, cardiovascular status and objective adaptation. (**Ewha Med J 2013;36(2):97-101**)

Received July 22, 2013,
Accepted August 7, 2013

Corresponding author

Sun-Jong Kim
Division of Oral and Maxillofacial Surgery,
Department of Dentistry, Ewha Womans
University School of Medicine, 1071
Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu,
Seoul 158-710, Korea
Tel: 82-2-2650-5631, Fax: 82-2-2650-5764
E-mail: sjsj7777@ewha.ac.kr

Key Words

Mandibular advanced device; Obstructive
sleep apnea; Oral appliance; Snoring;

서 론

폐쇄성 수면 무호흡증(obstructive sleep apnea syndrome, OSA)은 흔한 수면관련 호흡이상(sleep-disordered breathing, SDB) 중 하나로써 수면 중 반복적인 상기도 협착과 코골이 증상으로 특징지어지며[1], 종종 동맥성 고혈압, 관상 동맥성 심장 질환, 뇌졸중 등 높은 사망률과 치사율과 관련된 혈관 질환과 관련되어 있다[2,3]. 미국수면의학회(American Academy of Sleep Medicine)의 권고사항에 따르면, OSA는 과도한 주간 졸림증 등의 증상들의 조합 및 검사 결과에 의해 정의될 수 있다[4]. 수면 장애 지표로써 수면 무호흡(10초 이상 입과 코에서 공기의 흐름이 멈춘 경우)과 저호흡(기류가 50% 이상 감소하지만 기도내 공기의 흐름

은 멈추지 않고 산소 포화도의 감소가 있을 때)을 합쳐서 호흡장애지수(respiratory disturbance index, RDI)라 지칭하며, RDI가 수면 시간 당 5회 이상일 때 수면 무호흡증으로 진단할 수 있다. RDI에 따라 OSA는 경도(RDI, 5~15), 중증도(RDI, 15~30), 중증(RDI>30)으로 구분된다[4]. Respiratory effort related arousals (RERAs)도 RDI에 포함될 수 있기 때문에 상기도 저항 증후군(upper airway resistance syndrome) 또한 OSA에의 범주에 포함되나, RERA의 측정에는 민감도가 좋은 부가적 진단 기술이 필요하다. 호흡 이벤트는 대개 apnea-hypopnea index (AHI)로 계산된다. 이러한 진단 기준에 근거하였을 때 OSA는 여성 인구의 2%, 중년 남성에서 4%의 유병률을 가지는 것으로 보고되었으나[5], 중증도 OSA 환자의 80~90%가 아직 진단되지 않은 것으로

추정되며[6], OSA의 시간에 따른 악화 현상 및 자연적 치유가 드물다는 점을 고려할 때 대규모 역학 조사의 필요성이 대두되어 오고 있다[2].

폐쇄성 수면 무호흡증의 치료법

폐쇄성 수면 무호흡증의 치료법은 크게 외과적 치료와 비외과적 치료로 구분할 수 있으며, 외과적 치료법으로는 구개수 연구개 인두 성형술(uvulopalatopharyngoplasty, UPPP), 기관 절개술(tracheotomy), 이설근 전방 전위술(genioglossal advancement with hyoid myotomy), 상하악 전방 이동술(maxillomandibular advancement) 등의 방법이 있다. 기존에 이용되었던 아데노이드 편도 적출술(adenotonsillectomy) 및 비강의 수술적 교정 등은 대개 OSA 치료에 실패하였으나, 이 접근 방법은 지속적 양압 공급술(continuous positive airway pressure, CPAP) 등의 다른 방법의 효과를 증대시킬 수 있다는 점에서 치료 계획 설계에 고려될 필요성이 있다[7]. UPPP는 오랫동안 OSA의 수술적 치료법으로 가장 널리 사용되어 왔으며, 구개수의 절제, 비대한 구개와 편도의 절제하는 방법이다. 그러나 UPPP는 약 40% 정도의 환자에서만 효과를 보이는 것으로 조사되었으며[7], 이 또한 초기 성공에도 불구하고 장기간 관찰연구에서는 빈번한 재발이 보고되었다[8]. 또한 레이저를 동반한 UPPP 및 radiofrequency를 이용한 조직 부피 감소법(somnoplasty 등) 또한 OSA의 치료에 그리 성공적인 결과를 보이지 못하였다[9,10]. 좀더 침습적인 치료법으로써 이설근 전방 전위술 및 상하악 전방 이동술은 더 나은 결과를 보여주었는데, UPPP와 이설근 전방 전위술을 동시에 시행한 환자가 60%의 성공적인 결과를 보인 반면에 상하악 전방 이동술은 90%의 환자에서 성공적인 결과를 보인 연구가 보고된 바 있다[11]. 그러나 이들 수술 방법은 아직 상대적으로 일반적인 적용이 이루어지지 않았으며, 무작위 대조 연구가 아직 보고되지 않았다.

비외과적 치료법은 행동 조절 요법(체중 감량, 수면 자세 수정, 금주, 근이완 유발 약제의 조절 등), CPAP, 구강내 장치, 악물 치료 등이 있다. CPAP는 기도 내에 공기 주입을 통한 양압 형성을 통해 폐쇄된 기도를 넓혀주어 무호흡증을 치료하는 방법으로써, 상기도 협착을 제거하며, oxyhemoglobin saturation의 유의한 증가 및 수면 구조의 개선에 탁월한 효과가 있는 것으로 보고되었으나, 장비 구입에 따른 부가적 비용 및 환자에 따라 불편감을 줄 수 있다는 단점이 있다[12,13].

구강 내 장치를 이용한 폐쇄성 수면 무호흡증의 치료

1. 구강 내 장치 요법의 역사

수면 중 기도 확보를 유지하기 위해 혀 혹은 하악을 전방으로

유지하고자 하는 노력은 1900년대 초에 하악의 왜소증(micrognathia)이 있는 환자의 호흡 개선을 위하여 혀를 하순에 봉합해주는 방법이 이용되었으며, 1902년 프랑스 임상가인 Pierre Robin이 구강 내 장치 치료를 위한 협회를 설립하였다. 1930년대에는 helmet과 chinstrap을 이용하여 하악을 전방으로 위치시키는 방법이 소개된 바 있다. 1934년에는 Pierre Robin이 최초로 구강 내 장치를 이용한 하악의 위치 이동에 관하여 보고한 이래 1980년 대 전까지는 성인을 대상으로 한 구강 내 장치는 발표된 바가 없다. 그 외에 하악에 대한 악교정술에 의하여 기도를 확보하고자 하는 시도가 있었고, 1982년에는 기도 확보를 위하여 혀를 전방으로 위치시키기 위한 혀 전방 유지 장치(tongue retaining device, TRD)가 소개되었다[14]. 현재는 약 50개 이상의 다양한 구강 내 장치가 폐쇄성 수면 무호흡증부터 단순 코골이를 위한 디자인이 소개되었다[15]. 이러한 구강 내 장치는 기본적으로 하악과 혀, 그리고 구인두 부 구조물의 위치 변화를 통해 상기도 협착과 코골이 증상을 해소하는데 목적이 있다.

2. 구강 내 장치의 메커니즘

구강 내 장치의 기본 action mechanism은 하악의 전방 변위를 통해 상설골근과 이설근을 전방 이동시켜 구인두 기도폐쇄를 방지하는 데에 있다. 하악 전하방변위는 혀에 중력효과를 줄이고, 구개설 및 구개인두공을 신장시켜 기도를 유지하는데 도움을 주며, 하악과 설골의 안정을 통해 수면 중 하악의 후방회전과 혀의 후방이동을 막아준다. 이러한 해부학적인 변화와 더불어 구강 내 장치의 효과는 상기도에서 생리학적으로 추정되는데, 즉 하악의 회전과 전진은 상기도 근육활동의 증가와 관련되어 있다.

3. 구강 내 장치의 분류

구강 내 장치는 원리에 따라 TRD와 하악 전방 이동 장치(mandibular advanced device, MAD)로 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

TRD는 딱딱하지 않은 플라스틱 구나 플라스틱 감압기가 혀 기저부와 직접 접촉하여 혀를 전방 위치 시킨다. SnorEx (Depita, Nienhagen, Germany)로 알려진 후자 장치는 결과가 그리 좋지 않고 불편하여 널리 사용되기엔 제한적이다. Customized 소프트 아크릴 장치에 플라스틱 구가 달린 TRD는 OSA 환자에서 상기도 폐쇄의 감소에 효과적이었다고 보고되었으나[19], 비도 손상이나 불편감, 구의 음압소실 등은 밤새 사용할 수 있는 장치가 되는데 장애물로 알려져 있다.

구강 내 장치의 체계적인 결과의 보고는 MAD에 한정되는데 이는 이것이 OSA 치료에 가장 많이 사용되기 때문이다. 현재는 코골이와 OSA에 모두 효과가 있다고 알려져, 가장 일반적으로 사용되며, 이는 상하악에 모두 장착하여 하악을 전방 이동시켜 수면 중 이 위치를 유지, 상기도를 전측방으로 넓히는데 목표가 있다.

MAD 장치는 여러 연구 결과에서도 경도, 중등도 OSA (AHI 30 이하)에서는 70~80%의 치료 성공률(AHI 10 이하 혹은 AHI 절반 이상 감소), 중증 OSA (AHI 30 이상)에서는 40% 정도의 성공률을 나타내고 있다[16].

MAD는 monobloc과 bibloc (Herbst joint type)의 형태가 있으며 주문 제작과 기성품으로 나뉜다. 기성 MAD는 보통 한번의 개인 틀 형성이 필요한데 반해 주문제작은 인상 채득, 바이트 채득, 가공소 제작 등의 여러 과정이 필요하다. 유지력은 보통 클래스프, 아크릴레진, 폴리머에서 얻는다. Monobloc 형태의 디자인은 하악을 견고하게 잡아주는데 bibloc은 약간 움직임을 허용한다. Bibloc은 턱관절 질환발병의 가능성을 줄이고 환자에게 쉽게 편안함을 줄 수 있다는 장점이 있다. 반대로 monobloc 형태는 혀의 전방 운동 근육 작용 억제를 방지하고, 상기도가 접히는 문제를 감소시킬 수 있다. 대부분의 bibloc 장치는 시상면(sagittal) 조정이 가능하여 개인별 조절이 가능하고 하악 전방 이동에 유리하다. 디자인 결정의 다른 변수는 장치에 의해 개구되는 정도인데, 이 때 깨어 있는 OSA환자들의 경우에는 대개 혀와 연구개가 후방 이동되어 있으므로 개구는 최소한으로 하는 것이 일반적이다. 그러나 이설근의 작용은 하악의 하방회전을 시키며, 입을 벌려줌으로 인해 구개설근과 상기도협착근의 긴장을 통해 상기도 유지를 도울 수 있다.

4. 구강 내 장치의 효율성

환자의 진술에 의거할 때 MAD는 대다수의 코골이 증상을 향상시킨다고 알려져 있다. MAD의 또 다른 이점은 낮에 졸린 증상을 실제로 감소시켜 일의 효율을 높이고 환자와 동일 공간에서 수면하는 사람의 수면의 질을 향상시킨다[17,18]. 수면 다원 검사의 기록에 의하면, 구강 내 장치는 코골이의 빈도와 강도, AHI나 RDI, 산소불포화의 빈도와 강도, 각성횟수 등의 감소를 보여주며, MAD는 서파와 rapid eye movement (REM) 수면의 현저한 증가를 가져왔다[19,20]. MAD의 초기 효과가 5년이상 안정적이라고 보고되었지만 연구들은 치료효과가 단기, 장기 모두 점차적으로 감소하는 것으로 보고했다[21]. 호흡 시 불만족스러운 효과의 변화에도 불구하고 환자의 증상은 더 적게 보고되었다. 또 MAD 후 AHI의 증가는 13%의 환자에서 보고되었다. 증가되거나 차선의 AHI에 대한 위험 때문에 추후 수면연구는 MAD와 항상 연관되어야 한다.

비록 MAD가 심한 OSAHS에서는 덜 효과적이라고 알려져 있으나 심하다고 MAD를 사용하지 말아야 할 이유는 없다. Cephalometric 계측치 및 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)의 결과상 MAD가 설골의 상방 이동, 더 작은 하악 평면각, 감소된 하악 전방부 안면고경, 더 긴 전방 두개저, 증가된 상악 장경, 짧아진 연구개, 상대적으로 정상적인 기도직경과 연구개와 혀

Table 1. Representative studies presenting the treatment outcomes of MAD and CPAP*

Author	Year	Study type	No. of subjects	Completion Rate (%)	Treatment	Protrusion (% max)	RDI before	RDI after	RDI (% chance)	Duration
Clark et al.	1993	PCS	15	63	Herbst MRA	>75	48±34	12±21 ⁺	75	4.4±3.9 mo
Eveloff et al.	1994	PCS*	19	74	Herbst MRA	NG	35±5	13±2 ⁺	63	2 yr
O'Sullivan et al.	1995	PCS	51	79	One-piece MRA	75	32±28	18±23 ⁺	44	3.5±2.1 mo
Ferguson et al.	1996	RCT; MRA vs. CPAP crossover	24	83	Two-piece MRA	>70	25±15	14±15 ⁺	44	4 mo
					CPAP	NA	24±16	4±2 ^{+,†}	83	4 mo
Bloch et al.	2000	RCT; two MRAs crossover	24	100	Herbst MRA	>75	23±3	9±2 ⁺	61	3 wk
					Monoblock MRA	>75	23±3	8±2 ⁺	65	3 wk
Mehta et al.	2001	RCT*	28	88	Two-piece MRA	63~89	30±2	14±2 ⁺	53	2 wk
					control plate	0	30±2	27±3	10	2 wk
Marklund et al.	2001	PCS	33	58	Two-piece MRA	NG	22±17	5±5	77	5.2±4 yr
Randerath et al.	2002	RCT MRA vs. CPAP crossover	20	NG	Two-piece MRA	>67	18±8	14±11	22	6 wk
					CPAP	NG	18±8	3±3 ^{+,†}	83	6 wk
Gotsopoulos et al.	2002	RCT*	73	96	Two-piece control device	50~95	27±2	12±2	56	4 wk
						0	27±2	25±2 ⁺	7	4 wk
Engleman et al.	2002	RCT; MRA vs. CPAP crossover	51	94	One-piece CPAP	80	31±26	15±16	52	8 wk
						NA	31±26	8±26 ⁺	74	8 wk

MRA, mandibular repositioning appliance; CPAP, continuous positive airway pressure; RDI, respiratory disturbance index (event per hour); PCS, prospective case series; RCT, randomized controlled trial; NG, not given; NA, not applicable. *Values are presented as mean±standard error of the mean, unless so marked, all other values are mean±standard deviation. ⁺P<0.05 compared with baseline. [†]P<0.05 compared with MRA. Adapted from Mohsenin et al. [26] with permission from ADA Publishing Co.

Table 2. Protocol for treatment with oral appliance.

Visit	Protocol
1st	History taking, physical examination, X-ray taking, polysomnography
2nd	Consultation with precedent examinations, impression for fabrication of oral appliance
3rd	Delivery of oral appliance, notice of caution
4th	One Week later, examinations for changes of symptoms, discomfort, degree of satisfaction, temporomandibular joint, occlusion including protrusive movement and retention of appliance. If needed, adjustment of appliance
5th	One month later, examinations for changes of symptoms, discomfort, degree of satisfaction, temporomandibular joint, occlusion including protrusive movement and retention of appliance. If needed, adjustment of appliance
6th	Four month later, examinations for changes of symptoms, discomfort, degree of satisfaction, temporomandibular joint, occlusion including protrusive movement and retention of appliance. If needed, adjustment of appliance. Polysomnography
7th	Six month later, examinations for changes of symptoms, discomfort, degree of satisfaction, temporomandibular joint, occlusion including protrusive movement and retention of appliance. If needed, adjustment of appliance. Polysomnography
Recall check-up	Periodic recall check-up for each 6 to 12 months

의 비율을 보여준다. 구강 내 장치의 치료 효과는 낮은 BMI와 작은 목둘레, 젊은 나이, 낮은 기저 AHI와 연관이 있으며, 성공적인 치료는 대부분 누워있는 상태에서의 기도 폐쇄와 하악을 5 mm 이상 전방 이동 시킬 수 있는 환자에서 보고되었다[22,23].

Table 1에서 보는 바와 같이 MAD와 CPAP의 비교 연구에 따르면 CPAP은 구강 내 장치로는 효과가 없는 중추성 수면 무호흡증, 만성 폐쇄성 폐질환, 천식 환자를 포함한 모든 OSA 환자에서 95% 이상의 성공률을 보이고 있다[24]. 그러나 수면 중 CPAP 마스크 자체에 환자에게 큰 불편감을 주며 비루, 구강 건조, 접촉성 피부염, 호기 불편감 등 부작용이 있기 때문에 Chan 등[25]은 오히려 MAD가 환자의 적응성, 편의성, 비용, 치료 효과 등을 종합해 볼 때 CPAP보다 환자 만족도가 높다고 보고한 바 있다. Table 2에서 본원의 구강 장치를 이용한 치료 프로토콜을 확인할 수 있다.

5. 부작용, 합병증

비록 MAD의 부작용은 빈번하나 보통 미약한 정도이고 치료가 계속되면 사라지는 것들이다. 치아와 악골의 압통, 근막통, 치은 자극, 과도한 타액배출, 구강건조증이 초기에 보고되는 것들이다. 예외적으로 부주의하게 장치를 제거하는 경우, 과도하게 구역반사가 생기거나 잇몸 주위 조직의 건강이 안 좋아지거나 치아와 충진물이 깨지는 등의 부작용이 있다. 약한 통증이나 피로로 인한 저작근과 턱관절의 불편감은 자주 발생한다. 몇몇 연구는 이갈이 반응이 MAD 치료의 반응으로 나타났다고 한다. 장기적으로 봐서 MAD는 턱관절 질환 환자 개개인에 따라 적용해야 한다. 일시적으로 아침에 장치물을 빼면 교합이 바뀌는데 거의 모든 환자에서 그러하다. 이런 현상은 부분적으로 수축한 외측익돌근 TMJ 원반후조직

의 혈액공급이 수면 중에 하악 전방 이동으로 인해 발생한다.

6. 적응증과 비적응증

MAD는 거의 모든 OSA 및 코골이 환자에서 사용될 수 있다. 그러나 중추성 수면 무호흡, 심한 턱관절 질환, 이갈이 환자, 무치악 환자, 심한 치주질환이나 충치를 가진 환자, 하악개구나 하악 전방 이동에 제한이 있는 경우 및 협조도가 낮은 환자에서는 사용되기 어렵다. 한 연구는 비슷한 비적응증 항목을 적용했을 때 100명의 OSA 환자 중 34명에 해당했다고 보고한 바 있다[13]. 미국 수면장애학회에서는 구강 내 장치 치료는 코골이 및 단순 OSA 환자에 적용함을 권장하고 있다. 그러나 최근 연구는 구강내 장치가 중등도나 심한 OSA에서도 효과적임을 보여주었다[25].

결 론

구강 내 장치는 위약 효과를 고려하더라도 OSA의 치료에 효과적이라는 것이 중론이다. MAD는 보통 구강 내 장치의 결과에서 다른 장치보다 우수하다. 최종적인 결론이 불가능하다 하더라도 MAD의 효용은 하악 전방 위치 정도와 관련이 되어 있으며, 장치의 디자인은 교합의 개방 정도나 하악 고정 방법의 성공적 치료에 영향을 미친다.

수면 다원 검사 및 임상적 검사, 방사선학적 검사를 통하여 정확한 진단이 선행되고, 환자에 맞는 구강 내 장치를 이용한다면 효과적인 코골이 및 수면무호흡증의 치료가 가능할 것이라 사료된다. 구강 내 장치는 치아의 교정력 발생 및 턱관절 질환 발생 등의 합병증이 가능하므로, 장치 치료 전 반드시 치과 및 턱관절 전문

가가 정확한 진단을 통해 이런 점에 대한 고려 및 치료 중에도 정기적이고 지속적인 관찰을 통하여 조정이나 재제작이 필요한 경우 적절한 조치를 취하여 예방하여야 한다.

생리학적으로 CPAP이 MAD보다 우선되어야 한다는 주장이 있으나, 결론적인 제언은 없으며 최선의 치료 계획 수립을 위하여 장기효율, 성능, 심혈관 상태, 객관적인 순응 같은 중요한 결과 등에 대한 무작위 대조 연구 등 꾸준한 연구가 필요하리라 생각한다.

참고문헌

- Guilleminault C, Tilkian A, Dement WC. The sleep apnea syndromes. *Annu Rev Med* 1976;27:465-484.
- Young T, Peppard PE, Gottlieb DJ. Epidemiology of obstructive sleep apnea: a population health perspective. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:1217-1239.
- Olson LG, King MT, Hensley MJ, Saunders NA. A community study of snoring and sleep-disordered breathing. Health outcomes. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:717-720.
- 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.
- Young T, Palta M, Dempsey J, Skatrud J, Weber S, Badr S. The occurrence of sleep-disordered breathing among middle-aged adults. *N Engl J Med* 1993;328:1230-1235.
- Young T, Evans L, Finn L, Palta M. Estimation of the clinically diagnosed proportion of sleep apnea syndrome in middle-aged men and women. *Sleep* 1997;20:705-706.
- Sher AE, Schechtman KB, Piccirillo JF. The efficacy of surgical modifications of the upper airway in adults with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep* 1996;19:156-177.
- Janson C, Gislason T, Bengtsson H, Eriksson G, Lindberg E, Lindholm CE, et al. Long-term follow-up of patients with obstructive sleep apnea treated with uvulopalatopharyngoplasty. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123:257-262.
- Brown DJ, Kerr P, Kryger M. Radiofrequency tissue reduction of the palate in patients with moderate sleep-disordered breathing. *J Otolaryngol* 2001;30:193-198.
- Practice parameters for the use of laser-assisted uvulopalatoplasty: Standards of Practice Committee of the American Sleep Disorders Association. *Sleep* 1994;17:744-748.
- Hoekema A, Stegenga B, De Bont LG. Efficacy and co-morbidity of oral appliances in the treatment of obstructive sleep apnea-hypopnea: a systematic review. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004;15:137-155.
- Lojander J, Maasilta P, Partinen M, Brander PE, Salmi T, Lehtonen H. Nasal-CPAP, surgery, and conservative management for treatment of obstructive sleep apnea syndrome: a randomized study. *Chest* 1996;110:114-119.
- Jenkinson C, Davies RJ, Mullins R, Stradling JR. Comparison of therapeutic and subtherapeutic nasal continuous positive airway pressure for obstructive sleep apnoea: a randomised prospective parallel trial. *Lancet* 1999;353:2100-2105.
- Song Y. Treatment of snoring and obstructive sleep apnea: oral appliance therapy of snoring and OSA. *J Korean Dent Assoc* 2010;48:190-195.
- Lowe AA, Sjöholm TT, Ryan CF, Fleetham JA, Ferguson KA, Remmers JE. Treatment, airway and compliance effects of a titratable oral appliance. *Sleep* 2000;23 Suppl 4:S172-S178.
- Menn SJ, Loube DI, Morgan TD, Mitler MM, Berger JS, Erman MK. The mandibular repositioning device: role in the treatment of obstructive sleep apnea. *Sleep* 1996;19:794-800.
- Lindman R, Bondemark L. A review of oral devices in the treatment of habitual snoring and obstructive sleep apnoea. *Swed Dent J* 2001;25:39-51.
- 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;18:501-510.
- Cameron DA, Lyons MF, Fox DL, Banham SW. Pilot study of a semi-flexible intra-oral appliance for the control of snoring. *Br Dent J* 1998;185:304-307.
- Arai H, Furuta H, Kosaka K, Kaneda R, Koshino Y, Sano J, et al. Changes in work performances in obstructive sleep apnea patients after dental appliance therapy. *Psychiatry Clin Neurosci* 1998;52:224-225.
- Bloch KE, Iseli A, Zhang JN, Xie X, Kaplan V, Stoeckli PW, et al. A randomized, controlled crossover trial of two oral appliances for sleep apnea treatment. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:246-251.
- 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;113:707-713.
- Marklund M, Persson M, Franklin KA. Treatment success with a mandibular advancement device is related to supine-dependent sleep apnea. *Chest* 1998;114:1630-1635.
- Tan YK, L'Estrange PR, Luo YM, Smith C, Grant HR, Simonds AK, et al. Mandibular advancement splints and continuous positive airway pressure in patients with obstructive sleep apnoea: a randomized cross-over trial. *Eur J Orthod* 2002;24:239-249.
- Chan AS, Cistulli PA. Oral appliance treatment of obstructive sleep apnea: an update. *Curr Opin Pulm Med* 2009;15:591-596.
- Mohsenin N, Mostofi MT, Mohsenin V. The role of oral appliances in treating obstructive sleep apnea. *J Am Dent Assoc* 2003;134:442-449.