

Obstructive sleep apnea from an oral and maxillofacial surgical perspective: Craniofacial diagnosis and surgical treatment strategies

구강악안면외과 관점에서의 폐쇄성 수면무호흡증: 악안면 골격 진단과 수술적 치료 전략

Sung Ok Hong 

Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kyung Hee University Hospital at Gangdong, Seoul, Korea

ABSTRACT

Obstructive sleep apnea (OSA) is a heterogeneous sleep-related breathing disorder characterized by repetitive upper airway obstruction during sleep. Polysomnography and home sleep apnea testing are used to establish the diagnosis, but these tests alone do not fully identify the anatomical factors responsible for upper airway collapse. Dentists play an important role in evaluating craniofacial skeletal abnormalities, occlusion, tongue position, hyoid position, and upper airway dimensions that may contribute to OSA. This narrative review summarizes the diagnostic process and surgical treatment of adult OSA from an oral and maxillofacial surgical perspective. Clinical examination, lateral cephalometry, computed tomography or cone-beam computed tomography, and drug-induced sleep endoscopy may provide complementary anatomical information. Treatment planning should integrate OSA severity, symptoms, positive airway pressure tolerance, body mass index, craniofacial morphology, dental occlusion, and the site and pattern of upper airway collapse. Maxillomandibular advancement enlarges the skeletal framework surrounding the upper airway and may improve retropalatal and retroglossal obstruction simultaneously. It is one of the most effective surgical treatments for moderate-to-severe OSA, particularly in patients with maxillary or mandibular deficiency, dentofacial deformity, or intolerance to positive airway pressure therapy. However, surgical success should not be determined solely by the amount of skeletal advancement but consider facial aesthetics, occlusal stability, temporomandibular joint status, neurosensory complications, and long-term sleep outcomes. A multidisciplinary and phenotype-based approach is required to select appropriate surgical candidates and achieve stable functional and aesthetic outcomes. (*J Korean Dent Assoc* 2026; 64(9): 339-345)

Key words : Obstructive Sleep apnea; Jaw; Orthognathic Surgery; Airway Obstruction; Craniofacial Abnormalities

서론

폐쇄성 수면무호흡증(obstructive sleep apnea, OSA)은 수면 중 상기도가 반복적으로 부분 또는 완전히 폐쇄되어 무호흡, 저호흡, 간헐적 저산소증 및 수면 분절을 유발하는 질환이다. OSA 환자는 코골이, 목격된 무호흡, 야간 질식감, 아침 두

통, 주간 졸림 및 집중력 저하를 호소할 수 있으며, 장기간 치료되지 않으면 고혈압, 심혈관질환, 뇌혈관질환 및 대사질환의 위험과 연관된다¹⁾.

OSA의 확진에는 수면다원검사(polysomnography, PSG) 또는 적절한 환자에서 시행하는 가정용 수면무호흡검사(home sleep apnea test, HSAT)가 필요하다. 병력, 설문지, 구강검사 및 영상검사는 OSA의 가능성을 선별하고 해부학적 원인을 평가하는 데 유용하지만, 이러한 검사만으로 OSA를 확진하거나 중증도를 결정할 수는 없다¹⁾. OSA는 단순히 인두 내 연조직이 많은 환자에게만 발생하는 질환이 아니다. 비만에 의한 연조직

*Corresponding author: Prof. Sung Ok Hong
Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Kyung Hee University Hospital at Gangdong, 892 Dongnam-ro, Gangdong-gu, Seoul 05278, Korea
Tel: +82-2-440-7517. Fax: +82-2-440-7549. E-mail: cathead81@hotmail.com

증가, 상기도 확장근 기능 저하, 높은 loop gain, 낮은 각성 역치와 같은 비해부학적 요인과 함께 하악 후퇴, 상악 열성장, 긴 상기도, 설골의 하방 위치, 좁은 인두 기도 및 증가된 전안면고 등의 악안면 골격 특성이 복합적으로 작용한다^{5,6)}.

치과의사는 악안면 골격, 교합, 턱관절 및 상기도를 동시에 평가할 수 있으며, 필요한 경우 골격 수술을 통해 상기도를 둘러싼 구조적 틀을 확장할 수 있다. 특히 상악하악전진술(maxillomandibular advancement, MMA)은 상악과 하악을 전방으로 이동시켜 연구개, 설근부 및 인두 주변 조직의 장력을 증가시키고 다단계 상기도 폐쇄를 동시에 개선하는 치료법이다⁸⁻¹⁰⁾. 본 원고의 목적은 성인 OSA의 진단과 치료 원칙을 치과의사 관점에서 정리하고, 악안면 골격 및 상기도 평가 방법, 수술 환자 선택, MMA 수술계획, 치료 결과와 장기 추적관찰 시 고려사항을 제시하는 데 있다.

OSA 평가

1. 폐쇄성 수면무호흡증의 확진과 중증도 평가

OSA가 의심되는 환자에게는 수면 관련 병력, 동반질환, 약물 복용, 음주, 체중 변화 및 주간 기능 저하를 포함한 종합적인 평가가 필요하다. STOP-Bang, Berlin Questionnaire 및 Epworth Sleepiness Scale 등의 설문지는 위험도와 주간 졸림을 평가하는 데 도움을 주지만, 설문지 결과만으로 OSA를 진단해서는 안 된다¹⁾. PSG는 수면 단계, 호흡기류, 흉복부 호흡 운동, 산소포화도, 심전도, 근전도 및 각성반응 등을 종합적으로 평가할 수 있는 표준 진단검사이다. HSAT는 중증도 이상의 OSA 위험이 높고 복잡한 심폐질환, 신경근육질환, 만성 아편 유사제 사용, 중추성 수면무호흡 의심 또는 중증 불면증 등이 없는 성인에서 고려할 수 있다. HSAT 결과가 음성, 불확실 또는 기술적으로 부적절하지만 임상적으로 OSA가 지속해서 의

심되는 경우에는 PSG를 시행해야 한다¹⁾. OSA의 중증도는 일반적으로 수면 1시간당 무호흡과 저호흡 횟수인 무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index, AHI)를 기준으로 구분한다.

2. 진료실에서의 임상평가

치과적 진찰은 OSA를 확진하기 위한 검사가 아니라, 상기도 폐쇄에 영향을 주는 골격 및 연조직 요인을 파악하고 수술 가능성을 판단하기 위한 과정이다. 진찰 시 체질량지수, 목둘레, 비강호흡, 편도 크기, 구개수와 연구개 형태, 혀의 크기와 위치, Friedman tongue position 또는 modified Mallampati score를 확인한다. 측모에서는 하악 후퇴, 상악 열성장, 증가된 하안면고, 턱끝 형태 및 경부 연조직 분포를 평가하고, 정모에서는 안면 비대칭과 상악 횡적 협착 여부를 관찰한다.

구강 내에서는 치아 결손, 치주상태, 교합평면, overjet, overbite, Angle 부정교합, 상악궁 폭경, 치아 보상 및 보철 상태를 확인한다. MMA를 고려할 때에는 턱관절 증상, 개구량, 하악운동, 이갈이, 과거 악교정수술 및 골절 병력도 함께 평가해야 한다. 하악 후퇴 또는 골격성 II급 관계는 OSA와 연관될 수 있지만, 정상 교합이나 골격성 III급 환자에서도 OSA가 발생할 수 있다. 따라서 부정교합의 종류만으로 수술 적응증이나 수술 효과를 판단해서는 안 된다.

3. 악안면 골격 및 상기도 영상평가

측모 두부규격방사선사진은 상악과 하악의 전후방적 관계, 전안면고, 하악평면각, 설골 위치, 연구개 길이 및 후인두 기도 공간을 평가하는 데 유용하다. OSA 환자군에서는 대조군에 비해 작은 하악체 길이, 감소된 SNB, 증가된 전안면고, 하방에 위치한 설골, 긴 상기도 및 감소된 인두 기도 공간이 보고되었다⁶⁾.

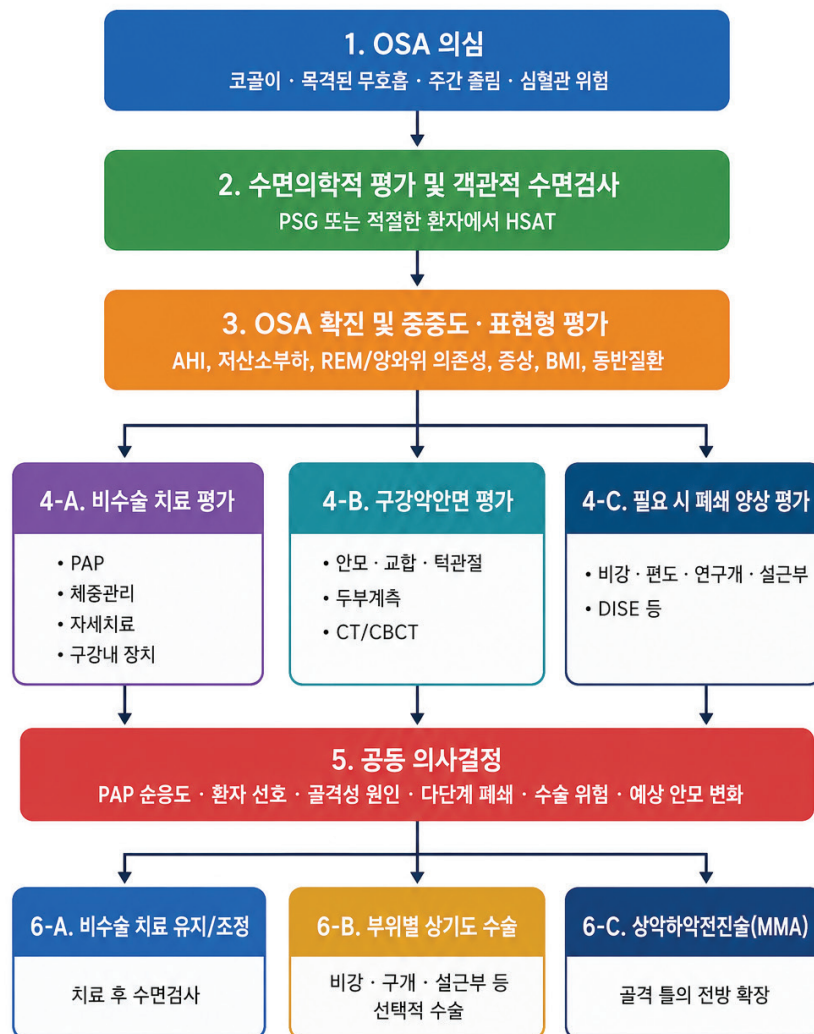
Table 1. 성인 폐쇄성 수면무호흡증의 중증도와 임상적 해석

중증도	AHI	임상적 해석
정상 범위	5회/시간 미만	임상 증상과 다른 수면질환의 가능성을 함께 평가
경도 OSA	5회/시간 이상, 15회/시간 미만	증상, 저산소 부담, 양와위 및 REM 의존성, 동반 질환에 따라 치료 결정
중등도 OSA	15회/시간 이상, 30회/시간 미만	적극적 치료가 필요한 경우가 많으며 PAP, 구강내 장치 및 수술 가능성 평가
중증 OSA	30회/시간 이상	PAP를 우선 고려하고 불내성 또는 해부학적 적응증이 있으면 수술 상담 고려

Table 2. 치과에서 이용할 수 있는 OSA 평가 방법

평가 방법	주요 평가 내용	한계
수면다원검사	OSA 확진, AHI, 산소포화도, 수면 단계 및 각성 평가	폐쇄 부위의 해부학적 원인을 직접 규명하기 어려움
가정용 수면무호흡검사	적절한 성인에서 OSA 진단 보조	실제 수면시간을 정확히 반영하지 못해 중증도가 과소평가 될 수 있음
측모 두부계측	상·하악 위치, 설골, 연구개 및 후인두 공간 평가	이차원 정적 검사이며 자세와 촬영 조건의 영향
CT 또는 CBCT	악안면 골격과 상기도의 삼차원 분석	깨어 있는 상태의 정적 영상이며 방사선 노출 고려
약물유도 수면내시경	수면과 유사한 상태에서 폐쇄 위치와 방향 평가	검사자와 진정 방법의 영향을 받으며 자연수면과 완전히 동일하지 않음
구강 및 안면 진찰	교합, 부정교합, 혀, 편도, 연구개, 턱관절 및 안모 평가	단독으로 OSA를 확진하거나 중증도를 결정할 수 없음

구강악안면외과 관점의 폐쇄성 수면무호흡증 진단 및 치료 흐름



PSG, polysomnography; HSAT, home sleep apnea test;
AHI, apnea-hypopnea index; BMI, body mass index;
CT, computed tomography; CBCT, cone-beam computed tomography;
DISE, drug-induced sleep endoscopy; PAP, positive airway pressure.

Fig. 1. 치과외과 관점에서의 폐쇄성 수면무호흡증 진단 및 치료 흐름도.

4. 약물유도 수면내시경과 폐쇄 양상 평가

약물유도 수면내시경(drug-induced sleep endoscopy, DISE)은 진정 상태에서 비인두, 연구개, 구인두 측벽, 설근부 및 후두개 부위의 폐쇄 양상을 관찰하는 검사이다. 특히 PAP 치료가 어렵고 연조직 수술, 설근부 수술 또는 상기도 자극술을 고려하는 환자에서 치료계획 수립에 도움을 줄 수 있다. DISE는 각성 상태의 영상검사서서 확인하기 어려운 다단계 폐쇄와 폐쇄 방향을 확인할 수 있지만, 자연수면과 약물유도 수면의 생리적 차이가 존재한다. 또한 DISE 시행 자체가 모든 종류의 수술 결과를 일관되게 향상시킨다는 근거는 아직 제한적이다⁷⁾. MMA는 상기도 골격을 전반적으로 확장하므로 DISE에서 단일 부위가 아닌 다단계 폐쇄가 관찰된 환자에서도 고려할 수 있다.

OSA 치료

1. 치료 원칙과 수술 의의

OSA 치료의 목표는 단순히 AHI를 낮추는 데 있지 않다. 야간 저산소증과 수면 분절을 개선하고, 주간 졸림과 삶의 질을 회복하며, 장기적인 심혈관 및 대사 위험을 줄이는 것이 치료 목표이다. PAP는 성인 OSA에서 가장 효과적으로 상기도를 유지할 수 있는 표준적인 비수술 치료이다²⁾. 미국수면의학회 지침에서는 PAP 치료를 받아들이지 못하거나 사용하기 어려운 BMI 40 kg/m² 미만의 성인 OSA 환자에게 수면수술 전문의

상담을 논의할 것을 권고한다. BMI가 35 kg/m² 이상이면서 PAP 사용이 어려운 환자에서는 비만대사수술 상담도 함께 고려할 수 있다³⁾. 이러한 권고는 BMI 40 kg/m² 이상에서 수면수술이 절대 금기는 아니지만 비만 치료를 포함한 다학제적 접근이 권장된다. 구강내 장치는 경도 및 중등도 OSA에서 흔히 사용되며, OSA 중증도와 관계없이 PAP를 견디지 못하거나 대체 치료를 선호하는 성인에서도 고려할 수 있다. 다만 중증 OSA에서는 일반적으로 PAP를 우선 고려한다. 수면의학적 진단 후 치과 의사가 맞춤형 조절식 장치를 제작하고, 치료 후 수면검사로 효과를 확인하는 것이 권고된다⁴⁾.

2. 해부학적 원인에 따른 수술 치료

수술은 폐쇄 부위, 해부학적 이상, OSA 중증도 및 환자의 선호에 따라 선택한다. 비중격만곡과 비갑개 비대가 있는 경우 비강수술이 코막힘과 PAP 사용 편의성을 개선할 수 있으나, 비강수술 단독으로 중등도 또는 중증 OSA를 완전히 치료하기는 어렵다. 큰 편도와 연구개 폐쇄가 주된 환자에서는 편도절제술과 구개인두수술을 고려할 수 있다. 설근부 폐쇄에는 이설근전진술, 설골 관련 수술, 설근부 감축술 또는 상기도 자극술 등이 적용될 수 있다. 성인에서 상악 횡적 협착과 비강저 협착이 뚜렷한 경우에는 골격성 상악 확장술이 보조적 치료가 될 수 있다. MMA는 상악 및 하악을 전진시켜 연구개와 설근부에 연결된 연조직을 전방으로 이동시키므로, 구개후방과 설후방 기도를 동시에 확장할 수 있다. 따라서 특정 연조직 한 부위만 절제하는 수술과 달리 다단계 폐쇄에 적용할 수 있다는 장점이 있다^{13,14,16)}.

Table 3. 성인 OSA에서 주요 치료법과 선택 시 고려사항

치료법	주요 적응 상황	주요 고려사항
PAP	대부분의 중등도 및 중증 OSA	사용 순응도, 마스크 불편감 및 압력 관련 부작용
구강내 장치	경도·중등도 OSA, PAP 불내성 또는 환자 선호	잔존 치아, 치주상태, 턱관절 및 치료 후 수면검사
체중조절 및 자세치료	비만 또는 양와위 의존성 OSA	단독치료 효과의 개인차와 장기 유지
비강수술	비폐색 및 PAP 사용 장애	OSA에 대한 단독치료 효과는 제한적
구개 및 설근부 수술	폐쇄 부위가 비교적 명확한 환자	다단계 폐쇄 여부 및 장기 효과
상악 확장술	상악 횡적 협착과 좁은 비강저	성인에서는 골격 성숙도와 수술 필요성 고려
MMA	골격성 열성장, 다단계 폐쇄, 중등도·중증 OSA, PAP 불내성	안모, 교합, 신경손상, 턱관절 및 장기 안정성
기관절개술	생명을 위협하는 중증 OSA의 제한된 상황	높은 치료 효과가 있으나 사회적·기능적 부담이 큼

OSA 치료 (상.하악 전진술; MMA)

1. 상.하악전진술의 수술 기전과 계획

MMA는 일반적으로 상악 Le Fort I 골절단술과 하악 시상분 할골절단술을 이용하여 상악과 하악을 전진시키는 수술이다. 상악 전진은 연구개와 구개주변 조직을 전방으로 이동시키고, 하악 전진은 혀와 설골상근근에 연결된 연조직의 위치와 장력을 변화시켜 상기도의 전후방 및 측방 크기를 증가시킨다¹⁴.

턱끝전진술을 병행하는 경우에는 이설근 및 설골상근 부착 부의 전방 이동이 추가될 수 있다. OSA 수술에서 전진량이 클 수록 기도 확장 효과가 증가하는 경향이 있지만, 모든 환자에게 동일한 전진량을 적용할 수는 없다. 수술량은 상악과 하악의 기존 위치, 교합, 전안면고, 교합평면, 전치 노출, 비순각, 턱끝 돌출도 및 연조직 두께를 고려하여 결정해야 한다.

반시계방향 회전(counterclockwise rotation)은 교합평면을 변화시켜 상악 전치부의 과도한 전진을 제한하면서 하악과 턱끝을 상대적으로 더 전진시키는 데 이용될 수 있다¹⁵. 그러나 상악 전방부 돌출, 잇몸 노출, 비순각 감소 및 하악과 턱관절의 안정성에 영향을 줄 수 있으므로 안모와 교합에 맞춘 개별화가 필요하다. 골격성 III급 관계나 이미 상악이 돌출된 환자에서는 전형적인 대량 상악 전진이 심미적으로 불리할 수 있다. 이 경우 교합평면 회전, 분절골절단술, 턱끝성형술 또는 상악과 하악의 차등 이동을 통해 기도 확장과 안모 조화를 동시에 추구

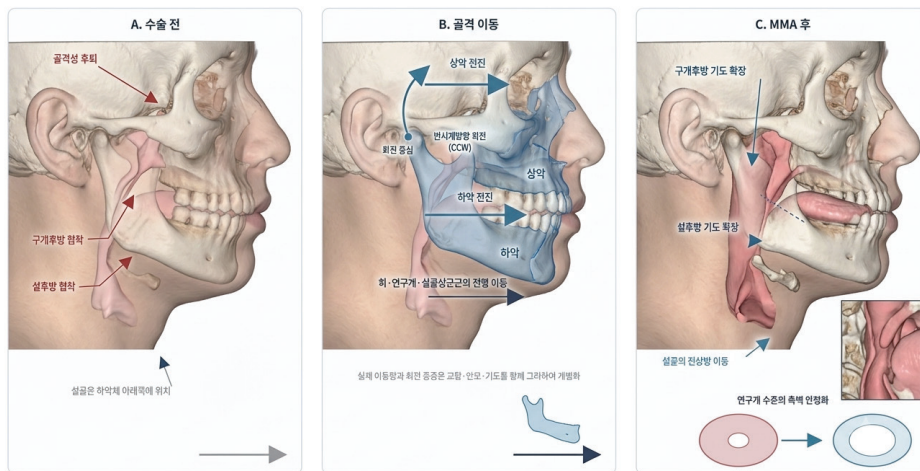
할 수 있다. OSA 수술에서 수술 전 가상수술계획과 환자맞춤형 골유도 장치를 이용하면 골격 이동과 교합을 정밀하게 계획할 수 있다. 그러나 디지털 계획은 정적인 골격 위치를 재현하는 도구이며, 실제 수면 중 기도의 기능적 반응과 수술 후 체중 변화를 완전히 예측할 수는 없다.

2. 상.하악전진술의 환자 선택

MMA의 좋은 적응증은 다음과 같다. 첫째, 중등도 또는 중증 OSA가 수면검사로 확인되고 PAP를 받아들이지 못하거나 장기간 충분히 사용하지 못하는 환자이다. 둘째, 하악 후퇴, 상악 열성장, 증가된 전안면고, 좁은 후인두 공간 또는 다단계 상기도 폐쇄와 같은 구조적 문제가 있는 환자이다. 셋째, OSA와 함께 교합 이상이나 악안면 기형이 있어 악교정수술을 통해 기능과 안모를 동시에 개선할 수 있는 환자이다. 넷째, 이전 구개수술이나 설근부 수술 후에도 중등도 이상의 OSA가 잔존하는 환자이다. 반면 중추성 수면무호흡의 비율이 높거나, 치료되지 않은 심각한 심폐질환이 있거나, 수술 후 교합관리와 장기 추적관찰이 어려운 경우에는 신중한 접근이 필요하다. 환자 선택 시 젊은 연령, 낮은 수술 전 체중 및 낮은 수술 전 AHI가 수술 후 정상 AHI에 도달할 가능성과 관련될 수 있다. 그러나 수술 전 AHI가 매우 높은 환자도 절대적인 AHI 감소 폭은 클 수 있으므로, 완치 가능성이 낮다는 이유만으로 MMA의 임상적 이득을 과소평가해서는 안 된다⁸⁻¹⁰.

상악하악전진술(MMA)이 상기도를 확장하고 안정화하는 기전

Original schematic -- not to scale



핵심 효과: 기도 용적·단면적 증가 + 연구개/외측 인두벽의 안정화 + 흡기 시 속도·압력강하 감소

Fig. 2. 상.하악전진술의 상기도 확장 기전. 상악과 하악을 전진시키면 연구개, 혀 및 설골상근근과 연결된 연조직이 전방으로 이동하면서 구개후방과 설후방 기도가 동시에 확장된다.

3. 상.하악전진술의 치료 효과

Holty와 Guilleminault의 체계적 문헌고찰에서 MMA 후 평균 AHI는 약 63.9회/시간에서 9.5회/시간으로 감소하였으며, 수술 성공률(AHI가 50% 이상 감소하면서 20회/시간 미만)은 약 86%, AHI 5회/시간 미만을 기준으로 한 완치율(AHI 5회/시간 미만)은 약 43%로 보고되었다⁸⁾. 이후 개인 환자 자료를 이용한 메타분석에서도 대부분의 환자에서 AHI 또는 호흡장애지수가 개선되었으며, 산소포화도와 주간 졸림 지표도 유의하게 향상되었다⁹⁾. 다른 체계적 문헌고찰에서도 MMA는 성인 OSA의 효과적인 수술 치료로 평가되었다^{10,13)}.

4. 합병증과 장기 추적관찰

MMA는 비교적 큰 골격 수술이므로 출혈, 감염, 부정교합, 골유합 장애, 치근 손상, 비강 변화, 턱관절 증상 및 재발 가능성을 고려해야 한다. 가장 흔히 설명해야 하는 합병증 중 하나는 하치조신경 영역의 감각저하이며, 대부분 시간이 지나면서 호전되지만 일부 환자에서는 장기간 지속될 수 있다. 상악 전진 후에는 비익기저부 확대, 비첨 변화, 비순각 감소 및 상순 변화가 나타날 수 있다. 하악과 턱끝의 전진은 경부 윤곽과 턱끝 형태를 개선할 수 있지만, 기존 안모에 따라서는 지나치게 강하거나 돌출된 인상을 만들 수 있다. 수술 전 상담에서는 기도 개선 가능성뿐 아니라 예상되는 안모 변화와 감각신경 합병증을 구체적으로 설명해야 한다. MMA의 효과는 중장기적으로 유지되는 경우가 많지만, 장기간 추적 시 노화, 체중 증가, 연조직 변화 및 골격 재발로 AHI가 다시 증가할 수 있다^{11,12)}. 따라서 수술 후 초기 평가뿐 아니라 증상이 재발하거나 체중이 증가한 경우 반복 수면검사를 고려해야 한다.

결론

OSA의 진단은 임상 증상이나 악안면 영상만으로 이루어질 수 없으며, PSG 또는 적절한 HSAT를 통한 객관적인 확인이 필요하다. 두부계측과 CT 또는 CBCT는 OSA를 확진하는 검사가 아니라, OSA에 기여하는 악안면 골격과 상기도의 해부학적 특성을 평가하고 수술계획을 수립하기 위한 보조검사이다. 치과 의사는 악안면 골격, 치아 교합, 턱관절, 혀와 설골 및 상기도

를 통합적으로 평가할 수 있다는 점에서 OSA의 다학제 치료에서 중요한 역할을 담당한다. 특히 MMA는 상기도를 둘러싼 골격의 크기와 연조직 장력을 증가시켜 다단계 기도 폐쇄를 개선할 수 있는 효과적인 수술법이다. 그러나 MMA의 치료계획은 단순히 상악과 하악을 일정 거리 이상 전진시키는 방식으로 접근해서는 안 된다. OSA 중증도, PAP 사용 가능성, BMI, 골격 형태, 폐쇄 양상, 교합, 턱관절, 예상 안모 및 환자의 치료 목표를 종합하여 개별화해야 한다. 수술 후에는 주관적인 증상 개선과 함께 수면검사로 객관적인 치료 결과를 확인하고, 체중 변화와 OSA 재발 가능성을 장기적으로 추적해야 한다. 신경과, 호흡기내과, 이비인후과, 정신과, 교정과, 구강내과, 보철과 및 구강악안면외과가 참여하는 다학제적 치료가 기능적 기도 개선과 안정적인 교합 및 안모를 동시에 달성하는 데 필수적이다.

Conflicts of Interest: None

참고문헌

1. Kapur VK, Auckley DH, Chowdhuri S, Kuhlmann DC, Mehra R, Ramar K, et al. Clinical practice guideline for diagnostic testing for adult obstructive sleep apnea: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med* 2017; 13: 479-504.
2. Patil SP, Ayappa IA, Caples SM, Kimoff RJ, Patel SR, Harrod CG. Treatment of adult obstructive sleep apnea with positive airway pressure: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med* 2019; 15: 335-343.
3. Kent D, Stanley J, Aurora RN, Levine C, Gottlieb DJ, Spann MD, et al. Referral of adults with obstructive sleep apnea for surgical consultation: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med* 2021; 17: 2499-2505.
4. Ramar K, Dort LC, Katz SG, Lettieri CJ, Harrod CG, Thomas SM, et al. Clinical practice guideline for the treatment of obstructive sleep apnea and snoring with oral appliance therapy: an update for 2015. *J Clin Sleep Med* 2015; 11: 773-827.
5. Eckert DJ, White DP, Jordan AS, Malhotra A, Wellman A. De-

- fining phenotypic causes of obstructive sleep apnea: identification of novel therapeutic targets. *Am J Respir Crit Care Med* 2013; 188: 996-1004.
6. Neelapu BC, Kharbanda OP, Sardana HK, Balachandran R, Sardana V, Kapoor P, et al. Craniofacial and upper airway morphology in adult obstructive sleep apnea patients: a systematic review and meta-analysis of cephalometric studies. *Sleep Med Rev* 2017; 31: 79-90.
7. Di Bari M, Colombo G, Giombi F, Leone F, Bianchi A, Colombo S, et al. The effect of drug-induced sleep endoscopy on surgical outcomes for obstructive sleep apnea: a systematic review. *Sleep Breath* 2024; 28: 859-867.
8. Holty JE, Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for the treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2010; 14: 287-297.
9. Zaghi S, Holty JE, Certal V, Abdullatif J, Guilleminault C, Powell NB, et al. Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2016; 142: 58-66.
10. John CR, Gandhi S, Sakharina AR, James TT. Maxillomandibular advancement is a successful treatment for obstructive sleep apnoea: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2018; 47: 1561-1571.
11. Boyd SB, Walters AS, Waite P, Harding SM, Song Y. Long-term effectiveness and safety of maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea. *J Clin Sleep Med* 2015; 11: 699-708.
12. Camacho M, Noller MW, Del Do M, Wei JM, Gouveia CJ, Zaghi S, et al. Long-term results for maxillomandibular advancement to treat obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2019; 160: 580-593.
13. Zhou N, Ho JT, Huang Z, Spijker R, de Vries N, Aarab G, et al. Maxillomandibular advancement versus multilevel surgery for treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2021; 57: 101471.
14. Giralt-Hernando M, Valls-Ontañón A, Guijarro-Martínez R, Masià-Gridilla J, Hernández-Alfaro F. Impact of surgical maxillomandibular advancement upon pharyngeal airway volume and apnea-hypopnea index in the treatment of obstructive sleep apnea: systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Respir Res* 2019; 6: e000402.
15. Brevi BC, Toma L, Pau M, Sesenna E. Counterclockwise rotation of the occlusal plane in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *J Oral Maxillofac Surg* 2011; 69: 917-923.
16. Riley RW, Powell NB, Guilleminault C. Obstructive sleep apnea syndrome: a surgical protocol for dynamic upper airway reconstruction. *J Oral Maxillofac Surg* 1993; 51: 742-747.