

1

치과에서의 소아 수면호흡장애 조기 선별법과 치료법

Running title : Role of Dentist in Managing Pediatric Sleep-Disordered Breathing

응승환, 김영재

서울대학교 치의학대학원 소아치과학교실

ORCID ID

Seung-Hwan Ong,  <https://orcid.org/0000-0002-2334-9630>

Young-Jae Kim,  <https://orcid.org/0000-0003-4916-6223>

ABSTRACT

Early screening and treatment methods of pediatric sleep-disordered breathing(SDB) in dental office

Running title : Role of Dentist in Managing Pediatric Sleep-Disordered Breathing

Seung-Hwan Ong, Young-Jae Kim

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University

Pediatric sleep-disordered breathing(SDB) is a common sleep disorder in children caused by obstruction of upper airway during sleep. It is often unrecognized early in life and causes various complications, including abnormal craniofacial growth and oral muscle dysfunctions. Dentist can play a significant role in managing SDB by early screening SDB risk factors and timely referring for diagnosis. SDB risk factors can be easily screened in dental office through medical history, sleep history, physical factors, sleep questionnaire, and cephalometric x-ray. In case of abnormal craniofacial development, rapid maxillary expansion, oral appliances, and myofunctional therapy can be used to reduce SDB symptoms and restore normal craniofacial development and muscular tones. Understanding continuous interaction between oral-facial muscle tone, maxillary-mandibular growth and development of SDB is important in managing pediatric SDB. The ultimate goal of pediatric SDB treatment is to change mouth breathing to nasal breathing, and a multidisciplinary approach in medicine and dentistry is necessary.

Key words : Sleep-disordered breathing, Obstructive sleep apnea, Sleep disorder, Mouth breathing, Craniofacial growth

Corresponding Author

Young-Jae Kim, DDS, Ph.D

Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Seoul National University

101 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, 03080, Republic of Korea

Tel : +82-2-2072-3080 / Fax : +82-2-744-3599 / E-mail : neokarma@snu.ac.kr

I. 서론

소아는 수면 동안에 정신적, 육체적 성장이 상당히 일어나므로 수면 시간과 질의 확보는 매우 중요하다^{1,2)}. 그러나 소아에게 수면호흡장애(sleep-disordered breathing, SDB)가 있어 수면을 적절히 취하지 못하는 경우, 두통, 주의력 저하, 행동 과다, 성장 장애, 심혈관계 질환, 학습 및 성격 장애 등의 다양한 합병증이 동반될 수 있고, 이로 인한 삶의 질 저하도 나타날 수 있다^{3~6)}. SDB는 상기도의 폐쇄 정도에 따라 나타나는 폐쇄성 수면 질환의 스펙트럼을 지칭하며, 증상 정도에 따라 단순 코골이(primary snoring) 에서부터 상기도 저항 증후군(upper airway resistance syndrome), 폐쇄성 저환기(obstructive hypoventilation) 그리고 폐쇄성 수면무호흡증(obstructive sleep apnea, OSA) 까지의 범위를 포함한다^{2,6~8)}.

소아에서 SDB는 흔한 질환으로, 미국소아과협회(American Academy of Pediatrics, AAP)에 따르면 소아에서 OSA 유병률은 1~5%, 습관성 코골이(habitual snoring)는 1.5~27% 까지 보고된다⁸⁾. 소아 SDB가 치료되지 않을 경우 많은 합병증을 동반하며 성인까지 이어질 수 있기에 조기 진단과 치료는 매우 중요하지만^{5,7)}, 수면의 중요성이 간과되며 진단이 늦어지곤 한다⁹⁾. 소아에서 SDB로 인한 구호흡은 악안면 발육에도 악영향을 미치고 최근에는 비정상적 악안면 발육이 역으로 SDB를 유발할 수 있다는 연구들이 나오며^{10~12)}, SDB 조기 진단 및 치료에 악안면 발육을 평가 및 조절할 수 있는 치과 의사의 역할이 대두되고 있다^{13,14)}. 이에 본 글에서는 소아 SDB의 특징과, 치과에서의 조기 선별법 및 치료법에 대해 살펴보고자 한다.

II. 본론

1. 소아 수면호흡장애 특징과 증상

소아 SDB는 성인과는 원인, 증상, 진단, 그리고 합병증과 치료 방법이 모두 달라 성인과는 다른 접근이 필요하다^{3,15)}. 성인 SDB의 주 원인은 비만인 반면 소아 SDB에서는 편도 및 아데노이드 비대가 주 원인으로, 소아는 정상 체중이거나 오히려 성장 장애로 인한 저체중인 경우가 많고, 기도에 비해 상대적으로 편도 및 아데노이드의 크기가 큰 2~8세 사이에 가장 호발한다. 또한 사춘기 전에는 남녀에 따른 성호르몬의 영향을 받지 않기 때문에 성인과 달리 남녀 비율이 비슷하게 나타나며^{3,15)}, 최근에는 소아 비만이 늘어남에 따라 청소년기 전후에도 OSA 발생 빈도가 증가하고 있다(Table 1)³⁾.

소아 SDB의 주간 증상으로는 행동 장애, 발달 지연, 언어 장애, 성장 장애, 주간 졸림증 등이 있고, 야간 증상으로는 구호흡, 코골이, 이갈이, 야뇨증 등이 있다⁷⁾. 성인에 비해 주간 졸림증이 흔하지 않으며¹⁵⁾, 낮에 구호흡이 흔하고 정서 및 행동장애와 같은 신경생리학적 증상과 학업 성적 저하 및 주의력 결핍/과잉행동 장애(Attention Deficit/Hyperactivity Disorder, ADHD)가 보고되기도 하였다(Table 2)^{5,7)}.

2. 소아 수면호흡장애의 진단과 치료법

OSA의 진단의 gold standard는 검사실 수면다원검사법(Inlab overnight polysomnography, PSG)으로^{5~7)}, 2014년 미국수면의학회(American Academy of Sleep Medicine, AASM)의 ICSD-3판(International Classification of Sleep Disorders - 3rd edition(ICSD-3))에 따르면 소아 OSA의 기준은 1) 증상을 동반하며 Apnea Hypopnea Index(AHI) ≥ 1 이거나, 2) 증상을 동반하며 총

Table 1. Characteristics of pediatric OSA compared with adults

	Children	Adult
Clinical features		
Peak age	Preschool age	Elderly age
Sex ratio	Male = Female	Male > Female
Etiology	Adenotonsillar hypertrophy	Obesity
Body weight	Failure to thrive, Normal	Obese
Excessive daytime sleepiness	Uncommon	Very common
Management		
Surgical	T&A (Majority of cases)	UPPP (Selected cases)
Medical	CPAP (Occasionally)	CPAP

T&A, tonsillectomy and adenoidectomy; CPAP, continuous positive airway pressure; UPPP, uvulopalatopharyngoplasty.

Table 2. Symptoms of pediatric OSA

Daytime symptoms	Nocturnal symptoms
Hyperactivity	Snoring
Decreased school performance	Witnessed apneas
Aggressive behavior	Mouth breathing
Excessive sleepiness	Nocturnal sweating
Developmental delay	Restless sleep
Daytime fatigue	Bruxism
Poor appetite	Secondary Enuresis
Headaches on awakening	Parasomnia(walking, talking)
	Nightmares
	Drooling

수면시간의 25% 이상 과탄산혈증(hypercapnia(PaCO₂ > 50 mm Hg)) 을 보이는 폐쇄성 저환기(obstructive hypoventilation) 형태인 경우로 정의된다^{2,16)}. 소아에서 OSA 진단을 위한 AHI 기준은 성인과 다르며, 성인에서는 AHI가 5보다 낮으면 정상으로 보지만 소아에서는 1보다 낮아야 정상으로 간주한다.

소아 OSA의 치료법으로는 편도 및 아데노이드 비대가 있는 경우 아데노이드 편도 절제술이 first-line 치료법으로 알려져 있고, 아데노이드 편도 절제술 적응증에 해당되지 않거나 수술 후에도 OSA가 남아있는 경우는 지속형 기도양압기(continuous positive airway pressure, CPAP)가 치료로 권장된다^{3,5)}. 그러나 이런 치료법들 만

으로는 아직 소아 OSA 치료에 한계를 보이는데¹¹⁻¹³⁾, 아데노이드 편도 절제술 후 OSA가 완치되지 않고 남아있거나 이후에 재발하는 경우가 종종 나타나며^{5,18)}, Bhat-tacharjee 등(2010)¹⁹⁾의 다기관 후향적 연구에 따르면 소아 OSA 환자에게 아데노이드 편도 절제술 후 578명의 소아 중 오직 157명(27.2%) 만이 OSA 증상이 소실되었다고 한다. 나이(>7 yr)와 비만이 술 후 잔여 OSA의 위험 요소였으며, 비만이 아닌 소아의 경우에는 기존에 OSA 증상이 심했거나 천식이 있는 경우가 위험 요소라고 하였다. Guilleminault 등(2007)²⁰⁾의 연구에서도 아데노이드 편도 절제술 후 199명의 환자 중 92명 (46.2%)에서 OSA 증상이 남아, 아데노이드 편도 절제술은 OSA 증상을 줄

일 수 있지만 OSA를 온전히 치료하지 못할 수도 있다고 하였다.

비수술적 치료법인 CPAP의 경우 장기간 사용이 필요하며 성인에서는 흔히 사용되고 있지만, 소아에서는 착용시 불편감이 있어 협조도를 구하기 어렵고, 장기간 착용시 악안면 성장 발육에 영향을 미칠 수 있어 제한된 경우에만 사용이 가능하다는 한계점이 있다^{5,6}. 소아에서 CPAP 장기간 착용시 안면골격 성장 장애(midface hypoplasia)가 발생할 수 있다는 보고도 있어 장기간 착용하는 소아는 주의가 필요하고 주기적으로 상악과 하악의 성장 및 발달에 대해 평가받아야 한다²¹. 또한 약물 치료의 경우에는 비강내 스테로이드가 아데노이드 편도 절제술 적응증이 아닌 경미한 OSA 환자나, 술 후에 OSA가 경미하게 남아 있는 경우 치료 약물로 고려될 수 있지만, 마찬가지로 소아에서 약물의 장기 사용에 대한 연구가 충분히 진행되지 않았기 때문에 first-line 치료법으로 권장되지 않고 사용시 스테로이드의 부작용에 대해 유의해야 한다^{5,6}.

3. 치과에서의 소아 수면호흡장애 조기 선별법

치과 진료실에서의 임상 검사 및 소견만으로 SDB를 진

단하고 치료할 수는 없지만, 치과의사는 진료 중 환자의 상기도 부위(특히 구인두 및 구강 부위)를 언제든지 확인할 수 있어 환자 또는 보호자가 인지하지 못하고 있는 SDB의 위험 요인들을 파악하고 진단되지 않은 OSA 의심 환자를 선별하고 진단을 의뢰할 수 있다^{13,14}. 치과에서 확인하고 선별할 수 있는 소아 SDB의 위험 요인들은 다음과 같다.

1) Medical history (Systemic disease, Obesity, Premature birth)

구강-안면 근육 및 골격의 발달 저하를 동반하는 전신 질환은 상기도 폐쇄의 위험이 높아 소아 SDB를 동반할 가능성도 높다^{10,22,23}. 중안모 결핍(midface deficiency), 하악골 발육부전증(mandibular hypoplasia), 신경근육 장애(neuromuscular disorders), 복합적 이상(complex abnormalities) 등이 해당되며 세부 질환들은 다음과 같다(Table 3)⁶.

비만은 OSA의 독립적 위험 요인으로, 소아보다는 청소년기/성인기 OSA에서 주된 원인 요소이다^{6,8}. 그러나 소아 OSA가 청소년기/성인기까지 지속 및 발달하는데 기여하기 때문에 소아에서도 간과해서는 안된다^{13,22}. AAP에서는 과체중이거나 비만인 아이에서 OSA 완화를 위해

Table 3. Diseases with a high risk of pediatric OSA

Midface deficiency	Mandibular hypoplasia
- Apert syndrome	- Pierre Robin sequence
- Crouzon syndrome	- Treacher Collins syndrome
- Pfeiffer syndrome	- Nager syndrome
- Unrepaired or repaired cleft palate	- Stickler syndrome
	- Juvenile idiopathic arthritis
Neuromuscular disorders	Complex abnormalities
- Cerebral palsy	- Achondroplasia
- Duchenne muscular dystrophy	- Chiari malformation
- Myotonic muscular syndrome	- Down syndrome
- Uncontrolled epilepsy	- Ehlers-Danlos syndrome
	- Mucopolysaccharidoses
	- Prader-Willi syndrome

체중 감소를 권장하였으며 체중 감소는 OSA 증상 개선 뿐만 아니라 건강에도 도움이 된다고 알려져 있다⁵⁾. 그러나 OSA 치료에 대해 얼마나 어떻게 체중을 감소하는 것이 좋을 지 정해진 것은 없고, 체중 감소는 의사가 조절할 수 없기 때문에 다른 객관적인 치료법들이 더 선호되고 있다⁶⁾.

다음으로 미숙아로 태어난 소아의 경우 구강 악안면 발달이 온전하지 않을 수 있어 SDB 발병에 취약할 수 있다^{6,11,13)}. 36주 이하에서 태어난 미숙아는 근육긴장저하(hypotonia)를 가지고 있는 경우가 많아 무호흡, 저호흡 양상을 보이거나 높고 좁은 상악궁을 가지고, 수면 시 구호흡을 하는 경우가 많다¹¹⁾. 재태 기간 34주 미만으로 태어난 모든 유아는 높고 좁은 경구개를 가진 것으로 나타났다(분만 후 6개월 시점에 구개 너비 24mm 미만), 37주에 태어난 유아는 구개 너비가 27~31mm 이었으나, 36주에 태어난 유아의 35%와 그보다 일찍 태어난 모든 유아에서는 너비가 27mm 미만이었다고 한다¹¹⁾. 마찬가지로 Huang 등(2014)¹⁾의 연구에 따르면 생후 6개월 된 미숙아 군은 80%에서 AHI > 1 event/h를 보였으며, 만삭아 군에 비해 SDB를 가지는 경우가 더 많았다.

2) Sleep history (Snoring)

코골이는 소아 OSA에서 가장 흔한 증상이며¹⁵⁾, OSA와 같이 SDB 스펙트럼에 포함되어 있기 때문에 SDB 선별을 위해 코골이 유무를 확인하는 것은 매우 중요하다^{5,13,24)}. AAP에서는 소아 정기 건강 검진 시에 코골이 유무를 확인 하기를 권고하였고, 코골이와 함께 OSA 증상이 있는 경우에는 전문가에게 의뢰하거나 수면다원검사가 필요하다고 하였다⁵⁾.

또한 AHI 증가 없이 습관성 코골이만 있는 단순 코골이라도 나중에 OSA로 발전할 수 있으며⁶⁾, OSA와 마찬가지로 어린이의 삶의 질, 행동 및 신경 인지, 심혈관계 및 지질 조절에 영향을 미칠 수 있어 주의가 필요하다^{13,25)}.

구강 악안면 발달 측면에서는 Pirilä-Parkkinen 등(2009)²⁴⁾이 단순 코골이 소아 환자군에서 정상군에 비해 II급 교합, 좁은 상악궁과 짧은 하악궁이 더 많이 관찰됨을 확인하여, 비록 그 차이가 OSA 환자군 보다는 적었지만 코골이도 OSA와 비슷한 경향으로 구강 악안면 발달에 영향을 끼친다고 하였다.

이같이 경우는 SDB와 관련이 있을 수도 있다고 알려져 있지만¹³⁾, 관계가 복잡하고 개인 간 차이가 있으며 근거가 불충분하여 아직 확립된 의견은 없어 선별 방법으로 사용되기에는 어렵다²⁶⁾.

3) Physical factors (Face, Adeno-tonsil, Tongue, Dental arch)

수면 시 상기도 저항이 증가되면 기도 확보를 위해 머리, 하악, 혀 등의 자세를 바꾸게 되며, 소아에서는 이로 인해 구강 악안면 발육이 영향을 받는다^{11,12)}. OSA와 구강 악안면 발육간의 관계에 있어 명확히 밝혀진 것은 없으나, 후퇴된 턱, 가파른 하악 평면, 수직 성장 경향, II급 부정교합 경향 등이 소아 OSA를 의심할 수 있는 안모로 알려져 있다^{13,22,27,28)}. 이런 안모가 관찰되는 경우 환자의 수면 병력 및 다른 위험 요인들도 확인하는 것이 좋다. 구강 검진 시에 볼 수 있는 소아 SDB의 구강내 위험 요소에는 치아와 악궁 뿐만 아니라 연구개 및 편도, 혀 등이 있다.

편도의 비대는 소아 OSA의 주된 원인으로, 편도 크기는 Brodsky tonsil grades, Friedman tonsil grades 등으로 확인할 수 있고, 연구개 및 혀의 위치는 Friedman tongue position과 modified Mallampati score로 확인할 수 있다^{13,22,23)}. Friedman 등(2013)²⁹⁾은 메타분석 논문을 통해 Friedman tongue position과 modified Mallampati score 모두 AHI와 관련된 OSA 심도 예측에 긍정적인 상관관계를 보여, 혀 위치 검사는 수면다원검사 전에 OSA 심도를 빠르게 예측해볼 수 있는 임상 검사도 구라고 하였다. 그러나 편도 크기와 혀 위치 평가가 OSA

심도를 예측하지 못한다는 의견도 있어 OSA 진단이 아닌 선별 방법으로 참고해야 한다^{5,6)}.

혀의 위치와 더불어 짧은 설소대도 SDB의 위험 요인이 다^{10,30)}. 설소대가 짧아 혀가 협착된 경우, 혀는 구강 아래에 저위되어 상악궁의 올바른 형성과 빨기, 연하, 저작, 발음, 비호흡 등의 정상적인 구강 안면 발육을 촉진하기 위한 운동을 할 수 없다. 성장기 소아에서 이런 구강 기능장애가 지속될 경우 비정상적 구강발육, 상악 열성장, 좁은 상기도가 유발되며 결국 SDB의 발병에 영향을 줄 수 있다^{10,30)}. Guilleminault 등(2016)³⁰⁾이 150명의 소아 OSA 환자를 분석한 결과, 42%에서 짧은 설소대를 가지고 있었으며 그 중 80%는 높고 좁은 상악궁과 높은 Mallampati score을 보였다고 하였다.

치아/치조골에 대한 평가로는 좁고 높은 상악궁, 짧은 하악궁, 치아 결손 등을 위험 요인으로 확인해볼 수 있다. Pirilä-Parkkinen 등(2009)²⁴⁾의 연구에 따르면 소아 OSA 환자는 치열궁 측정 결과 정상군보다 수평 피개 증가, 수직 피개 감소, 좁은 상악궁과 짧은 하악궁을 보였으

며, II급 교합, 전치부 개방교합이 유의하게 많았고, 상하악의 총생과 전치부 개방교합이 OSA 심도(AHI)와 관련이 있었다고 한다. 또한 치아가 선천적으로 없는 경우에는 상하악의 치아-치조 영역 발달이 영향 받아 정상적 악안면 성장이 진행되지 못하여 추후 상악의 수평 길이 협착, 비강의 길이 감소 및 상기도 저항 증가와 더불어 SDB가 유발될 가능성도 있다^{10,12,31)}. OSA를 가지고 있는 소아의 특징적인 두개 안면 형태 이상과 치과적 형태 이상은 다음과 같다(Table 4)¹⁷⁾.

4) Sleep questionnaire (Pediatric Sleep Questionnaire, PSQ)

임상 검사와 문진을 통해 환자가 SDB를 가지고 있을 것으로 예측이 되면 선별을 위한 설문지를 진행해볼 수 있다^{13,32)}. 소아 OSA 감별을 위한 설문지는 Pediatric Sleep Questionnaire(PSQ), Sleep Clinical Record(SCR), Obstructive Sleep Apnea-18(OSA-18), I'M SLEEPY, Teen STOP-Bang, Children's Sleep

Table 4. Craniofacial and dental morphological abnormalities in pediatric OSA

Craniofacial morphological abnormalities
- Maxillo-mandibular retrusion in relation to anterior cranial base
- Increased mandibular plane angle
- Increased anterior facial height
- Steeper gonial angle
- Lowered hyoid bone
- Reduced mandibular length
- Reduced pharyngeal airway space
- Elongated soft palate
- Increased tongue size
- Retrusive chin
Dental morphological abnormalities
- Maxillary constriction
- High and narrow palate
- Open bite
- Anterior and posterior crossbite
- Maxillary/mandibular dental crowding
- Decreased intermolar width

Health Questionnaire(CSHQ) 등 여러 가지 종류가 개발되어 사용되고 있으며, 빠르고 쉽게 적용 가능하고 비용이 거의 들지 않는다는 장점을 가지고 있다³²⁾. 유럽호흡기학회에서는 소아 OSA의 대체 진단적 도구로서의 설문지로 이 중 PSQ와 SCR만을 권장하였고⁶⁾, 치과 임상에서는 PSQ가 낮은 비용, 적은 설문 시간, 높은 정확도의 이유로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 보인다¹³⁾.

PSQ는 Chervin 등(2000)³³⁾이 2~18세 아동을 대상으

로 개발한 설문지로 소아 OSA에 가장 대표적으로 사용되고 있다. Snoring, Sleepiness, Behavior, Sleep-related breathing disorder 의 척도에서 22개 항목의 질문으로 구성되어 보호자가 '예' 또는 '아니오' 로 답하게 된다. 작성에는 15분정도 걸리며 33% (Cutoff value 0.33) 항목인 8개 이상에서 '예' 인 경우 비정상, 또는 양성(폐쇄성 수면무호흡 증후군 가능성)으로 평가되며 OSA 진단에 대해 민감도 0.78, 특이도 0.72를 보인다^{6,8,33)}. PSQ는 한국어판

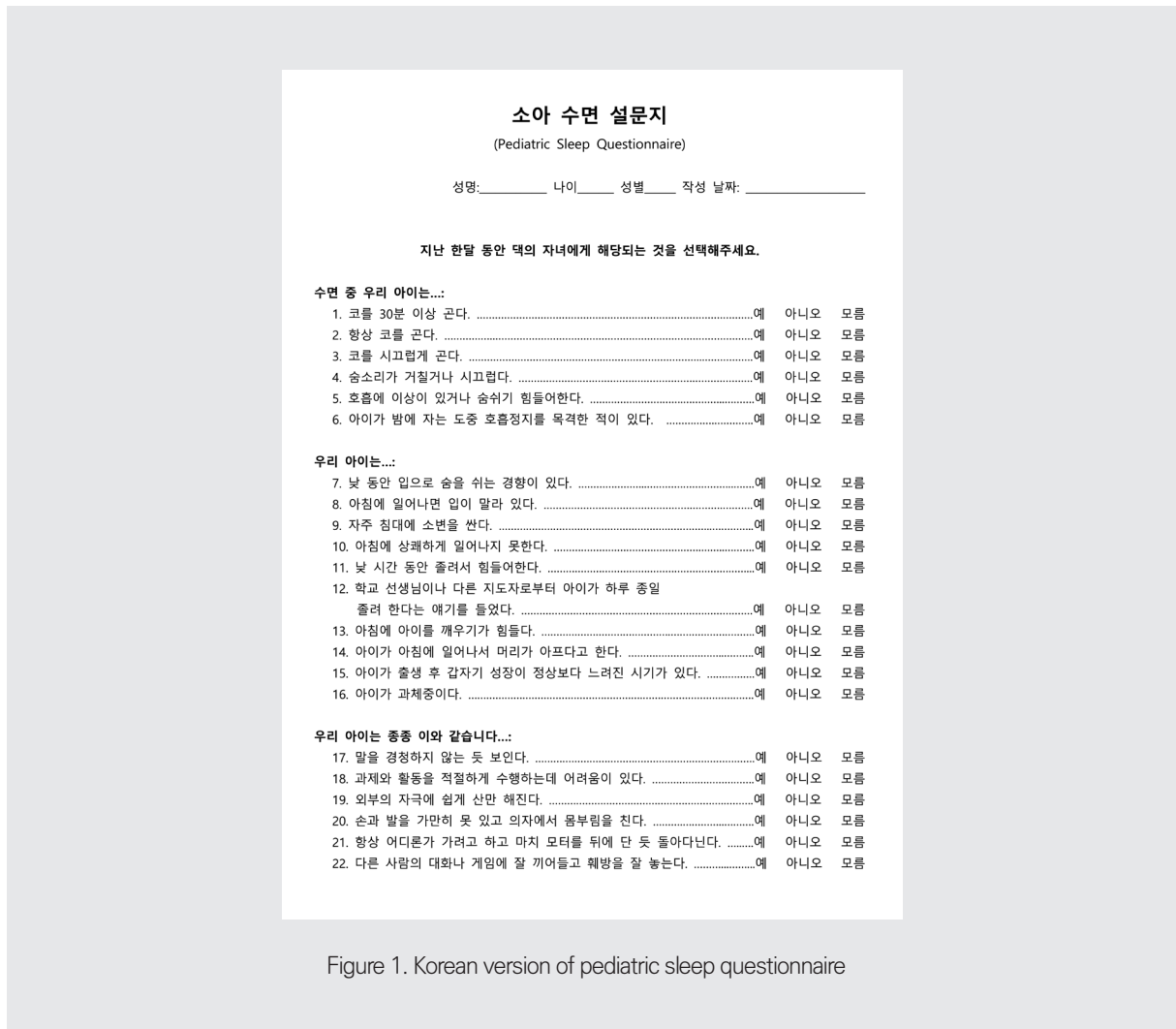


Figure 1. Korean version of pediatric sleep questionnaire

으로 번역이 되어 있어 치과 진료실에서도 손쉽게 활용이 가능하다(Fig. 1)³². 임상 지표 중 나이, ASA 신체 상태, 전치부 수평피개, ADHD, 그리고 비만이 PSQ에서 8점 이상의 점수와 관련이 있다고 한다⁹.

SCR은 Villa 등(2013)³⁴이 개발한 설문지로, 의사의 신체 검사(physical examination), 환자의 주관적 증상(patients' subjective symptoms), 주의력결핍/과잉행동(features of inattention and hyperactivity)의 세 가지 항목에 대해 평가하여 30~60분 정도 걸리는 복합적인 설문지이다³⁵. AHI ≥ 1 episodes/hr 이상인 경미한 OSA 진단은 SCR 6.5점 이상에서 96%의 민감도와 67%의 특이도를 가지며^{6,34}, AHI ≥ 5 episodes/hr 이상의 중등도-중증의 OSA 진단의 경우 SCR 8.25점 이상일 때 민감도 83%와 특이도 70%를 가진다³⁵. 그러나 SCR은 설문지 복잡하고 오래 걸리며 의사의 신체 검사 결과도 포함되기 때문에 치과 진료실에서 간단히 활용되기는 어렵다.

5) X-ray (Cephalometric)

Katyal 등(2013)³⁶의 SDB 아동의 악안면과 상기도 형태에 대한 메타 분석 논문에서, SDB 그룹은 대조군에 비해 A point-nasion-B point(ANB)가 유의하게 컸고, posterior nasal spine에서부터 아데노이드까지의 거리가 유의하게 작았다고 하였다. 그러나 ANB 차이는 2도 미만이어서(OSA 환자에서 1.64°, 코골이 환자에서 1.54°) 임상적 의미는 적어 보인다고 하였다³⁶. Flores-Mir 등(2014)²⁸의 소아 OSA 환자의 악안면 형태에 대한 메타 분석 논문에서는, OSA가 있는 환아는 하악 평면각, sella-nasion-B point(SNB)와 ANB가 대조군과 유의한 차이가 있었다고 하였다. 또한 Galeotti 등(2019)²⁷의 연구에서는 OSA의 심도인 AHI의 증가는 ANB 증가와 유의한 관계가 있었고, 상기도 공간 너비의 감소는 상하악의 hyperdivergent 성장 양상과 관계가 있다고 하였다.

앞선 메타분석 논문들에서 측모 두부계측방사선사진

분석 상 OSA 환자에서 특징적인 차이를 보이지 못한 이유는, 소아 SDB는 양와위 자세에서 의식 없이 근육의 긴장이 줄었을 때 생기지만 측모 두부계측방사선사진은 직립 자세에서 의식 있는 상태에서 찍는 것이므로 수면호흡장애와 관련된 악안면 형태를 반영하지 못할 수 있고, 측면만을 보는 사진이기 때문에 상악 협착이나 3차원적인 기도 형태를 반영하지 못하기 때문이다^{13,36}.

4. 치과에서의 소아 수면호흡장애 치료 방법과 효용성

1) Rapid Maxillary Expansion (RME)

상악이 협착된 소아에서 상악 급속 확장 장치(RME)의 사용은, 상악 확장 뿐만 아니라 소아의 SDB 증상을 개선시킬 수 있다^{6,13,14,22}. 상악골이 확장되면 비강 저가 넓어지면서 비강 기도 저항(nasal airflow resistance)이 줄어들고, 혀가 전상방으로 놓이게 되며 구인두 공간이 증가하여, 호흡이 용이해지고 OSA 증상이 완화될 수 있다⁷. Caprioglio 등(2014)³⁷은 소아에서 RME 치료는 기도 공간 확장, SpO₂ 증가, 그리고 AHI 감소를 나타냈다고 하며, 기도 공간의 확장은 상기도 쪽에서 가장 많이 일어났다고 하였다. 또한 RME 사용으로 상악이 넓어지면 혀는 구강저 보다 구개부에 더 가깝게 위치시킬 수 있어 하악 성장이 올바르게 일어나는데 도움이 될 수 있다³⁸.

소아 OSA 환자에서 RME의 사용에 대한 2017년 체계적 분석 문헌³⁸에 의하면, RME 치료는 AHI를 평균적으로 70% 감소시켰으며, SpO₂의 평균과 최저 수치를 높였다고 한다. 또한 AHI의 감소는 편도가 작은 소아에서 두드러지게 나타나, 편도가 작은 OSA 소아나 아데노이드 편도 절제술 이후 OSA가 지속되는 높고 좁은 구개를 가진 소아에서 RME를 치료 방법으로 고려할 수 있다고 하였다³⁸. RME의 장기적인 효과로는, Pirelli 등(2015)³⁹의 연구에서 아데노이드 편도 비대 없이 상악이 좁은 소아 OSA 환자를 RME로 치료하여 감소된 AHI가

12년 follow-up 후에도 그대로 유지됨을 확인한 바 있다. Katyal 등(2013)⁴⁾의 삶의 질 개선에 대한 연구에서는 PSQ와 OSA-18 Quality of Life 설문지를 통해 OSA 고 위험군에 분류된 소아들은, 저위험군보다 구치부 반대교합(3개이상)을 가진 비율이 유의하게 높고 상악궁과 하악 궁 너비와 기도 공간이 유의하게 좁았으며, RME 치료 전 저위험군에 비해 심했던 OSA 증상과 낮은 삶의 질이 치료 후 저위험군과 유사한 수치로 효과적으로 개선되었다고 하였다.

2) Oral Appliance (Mandibular Advancement Device(MAD))

SDB 치료를 위한 구강내 장치로는 하악을 전방 이동시키는 장치(mandibular advancement device, MAD)가 사용된다^{13,17)}. MAD는 하악을 전방 이동시킴으로써 상기도를 확장하고 호흡 기능을 개선시킨다고 알려져 성인 OSA 환자, 특히 II급 교합 환자에서 CPAP 대안으로 흔히 사용되고 있는데²³⁾, 소아에서는 구강내 장치 사용이 악골의 성장 방향이나 정도에 영향을 줄 수 있고 아직 소아 OSA 치료에 대해 충분한 연구가 이루어지지 않았기 때문에 일반적으로 권고되지는 않는다^{13,17)}. 소아 OSA 치료를 위한 구강내 장치의 효용에 대한 2016 Cochrane 리뷰에서는⁴⁰⁾, 분석 기준에 맞는 무작위 대조군 연구(randomized controlled trials, RCT)는 Villa 등(2002)⁴¹⁾의 연구 1개 뿐이어서 구강내 장치가 소아 OSA 치료에 효과적인지에 대해 판단하기에는 근거가 불충분하다고 하였다.

Villa 등(2002)⁴¹⁾은 부정교합을 동반한 OSA 환자에서 하악과 혀 재위치(jaw-repositioning) 구강내 장치를 사용하였을 때 64%에서 AHI가 50% 이상 감소되고 코골이, 구호흡 등의 증상도 완화되었다고 하였으며, 이후 Zhang 등(2013)⁴²⁾은 후퇴된 하악을 보이는 소아 OSA 환자에서 twin block 사용 후 안모의 개선과 함께 AHI 감소, 최저 산소포화도 상승이 유의하게 개선되어 하악이 후퇴된

OSA 환아에서 twin block 장치가 도움이 될 수 있을 것이라고 하였다.

소아에서 하악 전방 이동 장치에 대한 2019년 또다른 체계적 문헌고찰⁴³⁾ 에서도, 소아 OSA 환자에서 MAD는 AHI를 성공적으로 감소시켰으며, 치아 및 골격성 II급 부정교합이 있는 OSA 어린이에서 사춘기 최대성장기 끝나기 전 MAD의 장기적 사용은 하악 길이를 늘리며 하악골과 설골을 앞으로 움직여 후방 기도 공간을 늘릴 수 있으므로 적응증이 된다고 하였다. 그러나 I급 교합 환자의 경우는 장치의 장기간 착용시 바람직하지 않은 악안면 성장이 일어날 수 있으므로 면밀한 모니터링과 수면 시간에만 시간제 사용이 권장된다.

이처럼 소아에서 MAD는 환자의 현재 악안면 발육 형태에 따라 효과 및 영향이 다르고 MAD 치료 시 권장되는 장치 착용 시간과 치료의 총 기간에 대해 정해진 것은 없기 때문에, 장치 사용 전 교정적 평가와 이후 주기적인 성장 관찰이 필요하다^{23,40,43)}.

3) Myofunctional therapy (MFT) (Myofunctional exercise, Oropharyngeal exercise)

OSA 치료 및 관리에 근기능 요법(myofunctional therapy, MFT)의 활용은 Guimaraes가 1999년에 처음 제안하였으며⁴⁴⁾, 2009년 성인 중등도 OSA에 MFT가 효과적이었다는 RCT 논문이 처음 발표된 이후⁴⁵⁾, OSA에 대한 MFT의 효과 및 활용에 대한 관심과 연구가 증가되고 있다^{10,14,18,46,47)}.

Camacho 등(2015)⁴⁴⁾은 OSA에 대한 MFT 효과에 대한 메타 분석에서 MFT 치료는 OSA 환자의 AHI 수치를 성인에서 50%, 소아에서 62% 감소시켰다고 하였다. 이후 Villa 등⁴⁸⁾이 2015년 아테노이드 절제술 후에도 OSA가 남아 있는 소아에서 구인두 운동(oropharyngeal exercise)이 효과적으로 AHI를 감소시켰고 lip seal와 구호흡도 감소되었다고 하였으며, 2017년 SDB가 있는 소아

에서 MFT는 혀 근육 힘 향상과 구호흡 및 수면 시 호흡기 증상의 감소를 나타냈다고 하였다⁴⁶⁾. 또한 Guilleminault 등(2013)⁴⁹⁾은 소아 OSA 환자에서 아테노이드 절제술과 RME 치료 후 MFT를 진행한 그룹은 AHI 감소가 유지되었지만, MFT가 진행되지 않은 경우에는 AHI가 재발된 것을 확인하여, OSA 치료에 MFT가 동반되어야 추후 SDB의 재발을 막을 수 있다고 하였다. 최근 2020년 메타분석⁴⁷⁾에서는, 아직 RCT 논문이 적어 근거가 충분하지는 않지만, MFT는 OSA가 있는 소아에서 AHI를 43% 감소시켰고 경증에서 중등도의 OSA를 가진 소아에서 산소포화도를 증가시켜, OSA 치료의 보조 수단으로 사용할 수 있다고 보았다. 아직 OSA 치료에 적합한 MFT 방법으로 확립된 것은 없지만, Guimaraes 등⁴⁵⁾의 연구에서 다음과 같은 운동을 제안하였고, 한 세트에 10 ~ 20회 반복하여 매일 하루에 3세트 이상 진행할 수 있다⁴⁸⁾.

- 연구개 운동: 구두 모음 소리를 지속적 (등척성 운동) 또는 간헐적 (등장성 운동) 발음
- 혀 운동: 치아의 윗면과 옆면을 따라 혀를 움직이기, 혀 끝을 연구개 앞쪽에 위치시키기, 혀 전체로 연구개와 연구개 누르기, 혀를 구강저에 밀어 넣기
- 안면 운동: 입술 (입둘레근의 수축 및 이완), 혀근 (빨기 운동 및 혀근에 저항하여 구강내 손가락 압력 적용), 턱 근육 (턱의 측방 운동)
- 구강악 기능: 코로 숨을 들이쉬고 입으로 내쉬기, 삼키기 및 씹기 운동 (치아를 꼭 다문 상태에서 삼키기, 구강 근육 수축 없이 구개에 혀 위치시키기)

MFT는 매일 진행되어야 해 협조도가 필요하며, 4세 미만에서는 정교한 운동이 제대로 시행되기 어렵다는 점이 있어^{10,18)}, 최근에는 이런 단점을 보완하고자 active MFT가 아닌 passive MFT의 일환으로 MAD에 tongue bead를 달아 수면 시에 착용한 경우에도 AHI가 감소됨을 확인한 연구도 있었다⁵⁰⁾. 그러나 passive MFT 장치는 비록 소아 OSA에 효과적일 수 있더라도 악안면 발달에 영향

을 줄 수 있기 때문에 장기간 사용은 주의가 필요하다¹⁸⁾.

III. 고찰

소아에서 SDB는 방치될 경우 수면 시간과 질의 저하로 인해 기억력, 주의력 등 인지능력장애와 성장 장애, 학습 및 성격 장애, 심혈관계 질환 등과 같은 다양한 합병증이 동반될 수 있어⁷⁾ 그 증상과 합병증이 심해지기 전에 시기 적절한 진단과 치료가 필요하지만, 수면의 중요성은 종종 간과되며 진단이 늦어지곤 한다⁹⁾. 환자들은 어린 나이에서부터 주기적으로 치과에 검진을 오기에 치과의사는 SDB 위험 및 악화 요인을 조기에 확인하고 선별하여 전문가에게 의뢰하고, 필요한 치과적 교정/근기능 치료를 진행할 수 있다^{9,14)}. 미국치과교정과협회와 미국소아치과협회에서는 정기적 환자 검사 및 병력 기록시 OSA와 코골이의 선별을 권고하였으며^{22,23)}, 치과에 내원한 환자가 후퇴된 턱, 가파른 하악 평면, 수직 성장 방향 및 II급 부정교합 경향과 같은 두개 안면 형태를 보이는 경우^{13,22,27,28)}, 구강 검사 과정에서 편도 비대, 혀 위치, 설소대, 치열궁 형태 등을 면밀히 살펴볼 수 있고, 의학적 병력 확인 시 악안면 발달의 저하를 동반하는 전신질환의 유무와 미숙아, 비만, 그리고 수면 병력 등도 추가적으로 확인하며, 마지막으로 보호자에게 PSQ를 진행하여 SDB를 선별할 수 있다(Fig. 2). 비정상적 악안면 형태에 대해서는 치과에서 교정적 평가 후 상악 확장, 하악 재위치, 상악 견인, MFT 등을 이용하여 정상적 안모 골격의 회복과 함께 AHI 감소 및 OSA 증상 완화에 도움을 줄 수 있다(Table 5)¹⁷⁾.

앞선 선별 항목들은 단일 항목 만으로는 OSA에 대한 민감도와 특이도가 높지 않아 여러 항목을 같이 고려하여 판단하는 것이 권장되며, 진단이 아닌 선별 방법으로 사용되어야 한다. OSA 선별에 유용한 임상 소견, 수면 병력, 그리고 수면 설문지도 OSA 진단에는 양성 예측률이 임상 소견,

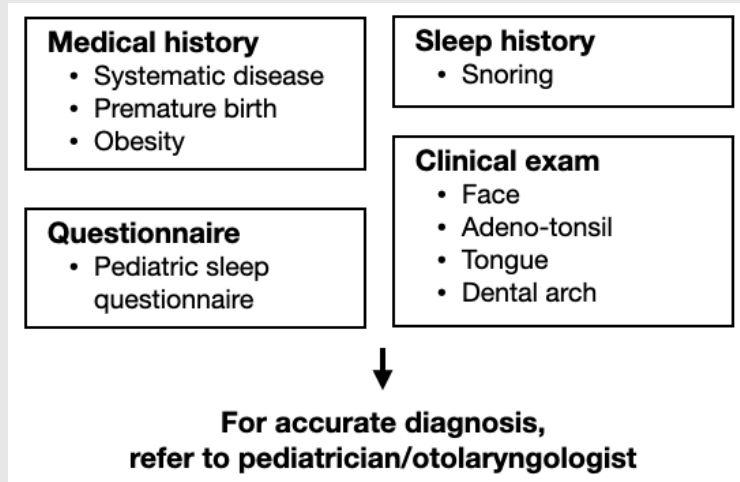


Figure 2. Screening methods of pediatric SDB in dental practice

Table 5. Treatment methods of pediatric SDB in dental practice

Features	Treatment
Hard tissue abnormalities - High and narrow palate - Skeletal class II - Increased mandibular plane angle	Orthodontic/pedic treatment - Rapid maxillary expansion - Mandibular advancement device - Functional appliance
Soft tissue abnormalities - Mouth breathing - OSA history - Adenotonsillectomy history - Weak oropharyngeal muscle tone - Short lingual frenum	Myofunctional therapy Lingual frenectomy

수면 병력 각각 46%, 65% 정도 밖에 되지 않으며⁸⁾, PSQ 수면 설문지는 민감도 0.78, 특이도 0.72를 보인다^{6,8)}. 다 기관 전향적 연구인 CHAT(ChildHood Adeno-Tonsillectomy) study 에서는 인구학적 특성, 진찰 소견, 수면 설문지 등의 임상 지표들은 소아 OSA의 심도를 신뢰성 있게 구별하지 못한다고 하였고⁵¹⁾, 측모 두부계측방사선

사진 분석도 마찬가지로 ANB 와 하악 평면각 등의 계측치가 정상 범위보다 큰 경우 소아 SDB를 의심해볼 수 있지만, 소아 OSA 진단에 사용되기에는 민감도와 특이도가 낮기 때문에 단독으로 진단적 도구로 사용기는 어렵다²⁸⁾.

OSA의 진단에는 검사실 over-night PSG가 OSA 유무 뿐만 아니라 심도를 확인할 수 있어 OSA 치료 및 관

리에 유용하다. PSG는 비용과 시간이 많이 들며 훈련 받은 인력과 장비 및 시설이 있는 전문화된 센터에서만 시행될 수 있는 한계를 가지고 있어 nocturnal video recording, nocturnal oximetry, daytime nap polysomnography, ambulatory polysomnography 등 다양한 검사법들이 시도되고 있으나, 이러한 검사법들은 일부 수면 상태만을 반영하기 때문에 증상이 있음에도 위음성 결과가 나올 확률이 높다는 단점이 있다⁵⁸⁾. 또한 2017년 AASM의 position paper에 따르면 Home Sleep Apnea Testing(HSAT)은 성인 OSA 진단에 사용이 허용되고 있지만, 소아(18세 미만)에서는 아직 검증 및 타당성이 부족하여 소아 진단에는 권고되지 않고 있다⁵²⁾. 국내에서는 수면무호흡증에 대한 PSG가 2018년 급여화되어, 수면무호흡 증상이 있으면서 modified Mallampati score 또는 Friedman tonsil size이 만 13세미만의 경우 grade 3 이상, 만 13세이상의 경우 grade 2 이상인 경우에 수면다원검사의 급여 대상이 될 수 있다.

최근 소아 OSA는 단순히 상기도 질환이 아니라 안면 성장 이상이 상기도에 2차적인 영향을 미치는 질환으로, 소아가 정상적인 기도의 발달, 구강 안면 근육의 힘, 자세, 그리고 수면 중 정상적인 호흡을 할 수 있도록 치료가 이루어져야 한다는 견해가 나오고 있다^{11-13,18,49)}. 소아에서 두개 안면 성장 이상 및 림프 조직의 비대나 골격성 협착으로 인한 상기도 폐쇄는 구호흡을 촉진하고 기도 공간의 감소로 SDB를 유발할 수 있다^{17,22)}. 또한 올바른 구강 안면 구조의 성장을 유도하는 근육 기능(적절한 비호흡, 빨기, 연하, 저작 등)에 이상이 있는 경우에는 두개 안면 성장 및 발달이 추가적으로 방해되며 상기도를 지지하는 골격 구조의 비정상적 성장 위험과 수면 중 상기도 폐쇄 위험이 증가된다^{10,12,13)}.

Huang 등(2013)¹¹⁾은 비만이 아닌 소아의 OSA는 구강 안면 성장 장애가 원인이기 때문에 근기능 교육과 교정적 치료가 필요하다고 주장하였고, 유럽 치과교정과 의사들

은 구강 안면 근육의 근기능 재교육은 비정상적인 국소 근육 활동을 개선시킴으로써, 상하악의 비정상적인 성장과 치아 위치 및 교합 관계 개선에 중요한 역할을 한다고 하였다⁴⁶⁾. MFT는 구강(입술, 혀)과 구인두(연구개, 측인두벽) 구조의 등장성(isotonic)과 등척성(isometric) 운동으로 구성되는데, 올바른 머리와 혀 자세 및 적절한 저작과 연하, 호흡, 발성, 기능을 얻는 것을 목표로 하며^{18,46,47)} 구강 악습관 제거 및 행동 수정, 턱 안정화 운동, 구강 안면 근육 재패턴화, 최적의 비호흡, 구강 안정위 자세 변화 등도 포함한다^{14,46)}. 또한 MFT는 기도 개방 유지에 중요한 역할을 하는 상기도 확장근의 기능을 향상시키며 OSA 증상을 완화시킬 수 있고, 악안면 발육이 제대로 이루어지지 못한 경우 적절한 성장을 유도할 수 있다^{10,13,44)}. 이에 따라 추후 효과적인 MFT 진행 시기 및 방법에 대한 연구가 더 필요하며⁴⁴⁾, MFT를 보조적 요법이 아닌 단독으로 SDB 치료에 사용했을 경우나 장기간의 효과에 대한 연구도 필요하다¹⁸⁾. 국내에서 MFT는 최근 폐쇄성 수면무호흡 환자를 대상으로 '상기도 근기능 운동(upper airway myofunctional exercise)' 라는 명칭으로 2017년 신의료기술평가 위원회가 안정성과 유효성을 평가하여, 2019년 의과 분야로 '기본진료료 가1 외래환자 진찰료 또는 가2 입원료란 중 피부경화 점수란에 다음에 상기도 근기능 운동란' 이 신설되어 급여화되었다.

소아 OSA의 first-line 치료법으로 여겨지고 있는 아데노이드 편도 절제술은 수술 후 AHI가 <1 event/hr 로 줄어든 경우는 25~40% 정도 밖에 되지 않는다고 보고되며^{17,19)}, 아데노이드 편도 절제술은 두개 안면 성장이 활발하게 일어나는 5세 미만의 어린이에도 효과적이지에 대해서는 아직 근거가 부족하고, 수술 여부 결정시에는 수술 과정과 후의 출혈, 감염 및 호흡계 손상 위험, 입원 및 수술 회복 기간의 필요와 술 후 통증 등의 부작용들이 발생할 수 있기 때문에 risk-benefit을 고려해서 판단해야 한다⁵⁴⁾. 또한 비수술적 치료의 경우 소아에서는 CPAP 사용

이 제한적이고 약물의 사용도 근거가 충분히 확립되지 않아 적용이 어렵다⁵⁾. 이처럼 SDB는 의과적 치료 만으로는 항상 완전히 치료되지 않고, 소아 SDB의 조기 진단 및 관리에 악안면 성장 발육을 평가하고 조절할 수 있는 치과 의사의 역할이 강조되고 있다^{13,14,23)}. 치과 의사는 위험 요소들을 통해 조기에 SDB 환자를 선별하고 전문가(이비인후과, 소아과)에게 의뢰하여 조기에 OSA 진단 및 관리를 받을 수 있도록 도와줄 수 있으며^{9,28)}, 소아의 악안면 골격 성장과 근육 활성을 파악하여 교정 및 MFT 등 치과적 치료를 통해 올바른 악안면 성장 발육을 도와 OSA의 예방, 치료 및 관리에 중요한 협력 역할을 할 수 있다^{13,14,22)}. 소

아 수면호흡장애 치료의 최종적인 목표는 구호흡을 비호흡으로 바꾸어 주는데 있으며^{12,18)}, 이 목표의 달성에는 의과와 치과의 다학제간 접근이 중요하다^{9,14,23)}.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no competing interests.

참고 문헌

- Huang YS, Paiva T, Hsu JF, Kuo MC, Guilleminault C. Sleep and breathing in premature infants at 6 months post-natal age. *Bmc Pediatrics* 2014;14:1-6. <https://doi.org/10.1186/s12887-014-0303-6>.
- Gipson K, Lu M, Kinane TB. Sleep-disordered breathing in children. *Pediatr Rev* 2019;40:3-13. <https://doi.org/10.1542/pir.2018-0142>.
- Oh JI, Lee SH. Obstructive sleep apnea syndrome in children. *Hanyang Med Rev* 2013;33:246-252. <https://doi.org/10.7599/hmr.2013.33.4.246>.
- Katyal V, Pamula Y, Daynes CN, Martin J, Dreyer CW, Kennedy D, et al. Craniofacial and upper airway morphology in pediatric sleep-disordered breathing and changes in quality of life with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;144:860-871. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.08.015>.
- Marcus CL, Brooks LJ, Draper KA, Gozal D, Halbower AC, Jones J, et al. Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics* 2012;130:576-584. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-1671>.
- Kaditis AG, Alonso Alvarez ML, Boudewyns A, Alexopoulos EI, Ersu R, Joosten K, et al. Obstructive sleep disordered breathing in 2- to 18-year-old children: diagnosis and management. *Eur Respir J* 2016;47:69-94. <https://doi.org/10.1183/13993003.00385-2015>.
- Shin C. Sleep-disordered breathing in children. *Sleep Med Psychophysiol* 2003;10:88-92.
- Marcus CL, Brooks LJ, Draper KA, Gozal D, Halbower AC, Jones J, et al. Diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics* 2012;130:e714-e755. <https://doi.org/10.1542/peds.2012-1672>.
- Okuji D, Healy E, Wu Y. Opportunity for interprofessional collaboration: screening for pediatric sleep-disordered breathing by dentists. *Pediatric Dent* 2020;42:436-440.
- Guilleminault C, Huang YS. From oral facial dysfunction to dysmorphism and the onset of pediatric OSA. *Sleep Med Rev* 2018;40:203-214. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2017.06.008>.
- Huang YS, Guilleminault C. Pediatric obstructive sleep apnea and the critical role of oral-facial growth: evidences. *Front Neurol* 2013;3:184. <https://doi.org/10.3389/fneur.2012.00184>.
- Guilleminault C, Akhtar F. Pediatric sleep-disordered breathing: New evidence on its development. *Sleep Med Rev* 2015;24:46-56. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2014.11.008>.
- Stauffer J, Okuji D, Lichty IG, Bhattacharjee R, Whyte F, Miller D, et al. A review of pediatric obstructive sleep apnea and the role of the dentist. *J Dent Sleep Med* 2018;5:111-130. <http://dx.doi.org/10.15331/jdsm.7046>.
- Heit T, Tablizo BJ, Salud M, Mo F, Kang M, Tablizo MA, et al. Craniofacial sleep medicine: The important role of dental providers in detecting and treating sleep disordered breathing in

• **참 고 문 헌** •

- children. *Children* 2022;9:1057. <https://doi.org/10.3390/children9071057>.
15. Choi JH, Kim EJ, Lee SH. Obstructive sleep apnea syndrome: A child is not just a small adult. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2010;119:656-661.
 16. Sateia MJ. International classification of sleep disorders. *Chest* 2014;146(5):1387-1394. <https://doi.org/10.1378/chest.14-0970>.
 17. Ngiam J, Cistulli PA. Dental treatment for paediatric obstructive sleep apnea. *Paediatr Respir Rev* 2015;16:174-181. <https://doi.org/10.1016/j.prrv.2014.11.002>.
 18. Huang YS, Hsu SC, Guillemainault C, Chuang LC. Myofunctional therapy: Role in pediatric OSA. *Sleep Med Clin* 2019;14:135-142. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2018.10.004>.
 19. Bhattacharjee R, Kheirandish-Gozal L, Spruyt K, Mitchell RB, Promchiarak J, Simakajornboon N, et al. Adenotonsillectomy outcomes in treatment of obstructive sleep apnea in children: A multicenter retrospective study. *Am J Respir Crit Care Med* 2010;182:676-683. <https://doi.org/10.1164/rccm.200912-1930OC>.
 20. Guillemainault C, Huang YS, Glamann C, Li K, Chan A. Adenotonsillectomy and obstructive sleep apnea in children: a prospective survey. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136:169-175. <https://doi.org/10.1016/j.otohns.2006.09.021>.
 21. Li KK, Riley RW, Guillemainault C. An unreported risk in the use of home nasal continuous positive airway pressure and home nasal ventilation in children: mid-face hypoplasia. *Chest* 2000;117:916-918. <https://doi.org/10.1378/chest.117.3.916>.
 22. Behrens RG, Shelgikar AV, Conley RS, Flores-Mir C, Hans M, Lebvine M, et al. Obstructive sleep apnea and orthodontics: an American Association of Orthodontists White Paper. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2019;156:13-28. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.04.009>.
 23. American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on obstructive sleep apnea (OSA). *The Reference Manual of Pediatric Dentistry; American Academy of Pediatric Dentistry: Chicago, IL, USA, 2021:123-126.*
 24. Pirila-Parkkinen K, Pirttiniemi P, Nieminen P, Tolonen U, Pelttari U, Lopponen H. Dental arch morphology in children with sleep-disordered breathing. *Eur J Orthod* 2009;31:160-167. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn061>.
 25. Li AM, Au CT, Wing YK, et al. Blood pressure is elevated in children with primary snoring. *J Pediatr* 2009;155:362-368. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.03.041>.
 26. Manfredini D, Guarda-Nardini L, Marchese-Ragona R, Lobbezoo F. Theories on possible temporal relationships between sleep bruxism and obstructive sleep apnea events. An expert opinion. *Sleep Breath* 2015;19:1459-1465. <https://doi.org/10.1007/s11325-015-1163-5>.
 27. Galeotti A, Festa P, Viarani V, Pavone M, Sitzia E, Piga S, et al. Correlation between cephalometric variables and obstructive sleep apnoea severity in children. *Eur J Paediatr Dent* 2019;20:43-47. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2019.20.01.09>.
 28. Flores-Mir C, Korayem M, Major PW. Craniofacial morphological characteristics in children with obstructive sleep apnea syndrome. *J Am Dent Assoc* 2013;144:269-277. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2013.0113>.
 29. Friedman M, Hamilton C, Samuelson CG, Lundgren ME, Pott T. Diagnostic value of the friedman tongue position and mallampati classification for obstructive sleep apnea. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2013;148:540-547. <https://doi.org/10.1177/0194599812473413>.
 30. Guillemainault C, Huseni S, Lo L. A frequent phenotype for paediatric sleep apnoea: short lingual frenulum. *ERJ Open Res* 2016;2:00043-2016-43-2016. <https://doi.org/10.1183/23120541.00043-2016>.
 31. Guillemainault C, Abad VC, Chiu HY, Peters B, Quo S. Missing teeth and pediatric obstructive sleep apnea. *Sleep Breath* 2016;20:561-568. <https://doi.org/10.1007/s11325-015-1238-3>.
 32. Kang EK. Pediatric sleep questionnaires for screening of obstructive sleep apnea syndrome. *Allergy Asthma Respir Dis* 2019;7:122-128. <https://doi.org/10.4168/aard.2019.7.3.122>.
 33. Chervin RD, Hedger K, Dillon JE, Pituch KJ. Pediatric sleep questionnaire validity and reliability of scales for sleep disordered breathing, snoring, sleepiness, and behavioral problems. *Sleep medicine* 2000;1:21-32. [https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(99\)00009-X](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(99)00009-X).
 34. Villa MP, Paolino MC, Castaldo R, Vanacore N, Rizzoli A, Miano S, et al. Sleep clinical record: an aid to rapid and accurate diagnosis of paediatric sleep disordered breathing. *Eur Respir J* 2013;41:1355-1361. <https://doi.org/10.1183/09031936.00215411>.
 35. Mylona AM, Rapti G, Vavougiou G, Lachanas VA, Liakos P, Skoulakis C, et al. Accuracy of the sleep clinical record for the diagnosis of pediatric moderate-to-severe obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath* 2022;26:763-769. <https://doi.org/10.1007/s11325-021-02471-4>.

참 고 문 헌

36. Katyal V, Pamula Y, Martin AJ, Daynes CN, Kennedy JD, Sampson WJ. Craniofacial and upper airway morphology in pediatric sleep-disordered breathing: systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:20-30. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.08.021>.
37. Caprioglio A, Meneghel M, Fastuca R, Zecca PA, Nucera R, Nosetti L. Rapid maxillary expansion in growing patients: correspondence between 3-dimensional airway changes and polysomnography. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2014;78:23-27. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2013.10.011>.
38. Camacho M, Chang ET, Song SA, Abdullatif J, Zaghi S, Pirelli P, et al. Rapid maxillary expansion for pediatric obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope* 2017;127:1712-1719. <https://doi.org/10.1002/lary.26352>.
39. Pirelli P, Saponara M, Guilleminault C. Rapid maxillary expansion (RME) for pediatric obstructive sleep apnea: a 12-year follow-up. *Sleep Med* 2015;16:933-935. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2015.04.012>.
40. Carvalho FR, Lentini-Oliveira DA, Prado LB, Prado GF, Carvalho LB. Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;10:CD005520. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD005520.pub3>.
41. Villa MP, Bernkopf E, Pagani J, Broia V, Montesano M, Ronchetti R. Randomized controlled study of an oral jaw-positioning appliance for the treatment of obstructive sleep apnea in children with malocclusion. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;165:123-127. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.165.1.2011031>.
42. Zhang C, He H, Ngan P. Effects of twin block appliance on obstructive sleep apnea in children: a preliminary study. *Sleep Breath* 2013;17:1309-1314. <https://doi.org/10.1007/s11325-013-0840-5>.
43. Yanyan M, Min Y, Xuemei G. Mandibular advancement appliances for the treatment of obstructive sleep apnea in children: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med* 2019;60:145-151. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.12.022>.
44. Camacho M, Certal V, Abdullatif J, Zaghi S, Ruoff CM, Capasso R, et al. Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep* 2015;38:669-675. <https://doi.org/10.5665/sleep.4652>.
45. Guimaraes KC, Drager LF, Genta PR, Marcondes BF, Lorenzi-Filho G. Effects of oropharyngeal exercises on patients with moderate obstructive sleep apnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 2009;179:962-966. <https://doi.org/10.1164/rccm.200806-9810C>.
46. Villa MP, Evangelisti M, Martella S, Barreto M, Del Pozzo M. Can myofunctional therapy increase tongue tone and reduce symptoms in children with sleep-disordered breathing? *Sleep Breath* 2017;21:1025-1032. <https://doi.org/10.1007/s11325-017-1489-2>.
47. Bandyopadhyay A, Kaneshiro K, Camacho M. Effect of myofunctional therapy on children with obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Sleep Med* 2020;75:210-217. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.08.003>.
48. Villa MP, Brasili L, Ferretti A, Vitelli O, Rabasco J, Mazzotta AR, et al. Oropharyngeal exercises to reduce symptoms of OSA after AT. *Sleep Breath* 2015;19:281-289. <https://doi.org/10.1007/s11325-014-1011-z>.
49. Guilleminault C, Huang YS, Monteyrol PJ, Sato R, Quo S, Lin CH. Critical role of myofascial reeducation in pediatric sleep-disordered breathing. *Sleep Med* 2013;14:518-525. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.01.013>.
50. Chuang LC, Lian YC, Hervy-Auboiron M, Guilleminault C, Huang YS. Passive myofunctional therapy applied on children with obstructive sleep apnea: A 6-month follow-up. *J Formos Med Assoc* 2017;116:536-541. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2016.08.002>.
51. Mitchell RB, Garetz S, Moore RH, Rosen CL, Marcus CL, Katz ES, et al. The use of clinical parameters to predict obstructive sleep apnea syndrome severity in children: the Childhood Adenotonsillectomy (CHAT) study randomized clinical trial. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2015;141:130-136. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2014.3049>.
52. Kirk V, Baughn J, D'Andrea L, Friedman N, Galion A, Garetz S, et al. American academy of sleep medicine position paper for the use of a home sleep apnea test for the diagnosis of OSA in children. *J Clin Sleep Med* 2017;13:1199-1203. <https://doi.org/10.5664/jcsm.6772>.
53. Moeller JL, Paskay LC, Gelb ML. Myofunctional therapy: A novel treatment of pediatric sleep-disordered breathing. *Sleep Med Clin* 2014;9:235-243. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2014.03.002>.
54. Venekamp RP, Hearne BJ, Chandrasekharan D, Blackshaw H, Lim J, Schilder AG. Tonsillectomy or adenotonsillectomy versus non-surgical management for obstructive sleep-disordered breathing in children. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;10:CD011165. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011165.pub2>.