

소아 수면장애호흡 환자의 악안면 성장조절 교정치료

경희대학교 치과대학

오승욱, 김수정

ORCID ID

Seung-Wook Oh,  <https://orcid.org/0000-0002-8030-7429>

Su-Jung Kim,  <https://orcid.org/0000-0001-8500-5246>

ABSTRACT

Craniofacial Growth Modification for OSA Children

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University

Seung-Wook Oh, Su-Jung Kim

Pediatric sleep disordered breathing (SDB) includes snoring and obstructive sleep apnea (OSA) in growing children. Because diagnostic criteria and subjective symptoms of OSA in children differ from those in adults, different diagnostic and therapeutic approach is necessary. Based on the differential growth of craniofacial structure and upper airway soft tissues, phenotype-based, timely-target intervention is needed to interrupt abnormal craniofacial growth inducing or aggravating SDB symptoms and ultimately to prevent the progression to adulthood OSA. Although adenotonsillar hypertrophy is known to be first-line treatment in pediatric OSA patients, craniofacial growth modification treatment needs to be primarily considered for the patients with craniofacial skeletal phenotypic cause. Growth modification treatment can be categorized into four modalities depending on the craniofacial target related to the upper airway collapsibility: 1) Unlocking the mandibular growth for skeletal Class II patients with retruded small mandible; 2) Nasomaxillary protraction for skeletal Class III patients with deficient midface; 3) Nasomaxillary expansion for the patients with transverse discrepancy and nasal obstruction; 4) Control of vertical maxillary excess in patients with long face and structural mouth breathing.

Key words : Sleep disordered breathing(SDB), Obstructive sleep apnea(OSA).

Corresponding Author

Su-Jung Kim, DMD, MSD, PhD, Professor

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyung Hee University, 26, Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul, 02447, Republic of Korea

Tel : +82-2-958-9390 / E-mail : ksj113@khu.ac.kr

I. 소아 수면장애호흡(Sleep disordered breathing)이란?

소아 수면장애호흡(Sleep disordered breathing, SDB)은 수면 중 상기도 협착에 의해 나타나며, 이는 단순 코골이부터 상기도저항증후군, 폐쇄성 수면무호흡증(Obstructive sleep apnea, OSA)에 이르기까지 연속적으로 나타날 수 있다. 소아 수면장애호흡의 가장 흔한 증상은 코골이이며, 코골이 도중 갑자기 조용해지고 숨을 쉬지 않다가 조금 지나 숨을 크게 몰아 쉬는 증상이 나타난다면 OSA를 의심해 볼 필요가 있다. 8세 미만 한국인 소아에서 코골이 유병율은 7.5~11%, OSA의 유병율은 1~3%인 것으로 알려져 있다.

1. 소아 수면장애호흡 환자의 특징

수면장애호흡 환자를 진단하고 치료하는 과정에서 환자의 연령은 매우 중요한 고려사항이다. 골격성 원인의 수면장애호흡으로 진단된 성인 환자에 대해서는 양악 전진수술을 동반한 교정치료를 통해 골격 및 구강 구조의 영구적인 개선을 우선적으로 고려하며, 중장년층 환자에 대해서는 하악 전진 구내 장치를 통한 일시적인 구조 개선으로 제한적인 증상 해소를 고려하게 되는 반면, 성장기 소아 환자에 대해서는 성장 잠재력을 이용한 악안면 악정형 치료를 통해 영구적인 두개안면 골격 구조의 개선을 도모할 수 있다.

환자 연령에 따라 치료 방법의 차이가 있으므로 수면장애호흡 증상을 보이는 소아 환자에 대해 정확한 진단을 내리는 것은 매우 중요하다. 하지만 이를 어렵게 만드는 요인들이 많다. 성인 환자와 비교하였을 때 임상 증상 및 표현형에 대한 원인이 다르기 때문에 진단 및 치료의 관점에서 다른 방법으로 접근해야 한다. 또한 수면장애호흡 중 OSA를 진단하기 위한 검사의 정확성을 낮추는 요인들이 많으며 그 내용은 다음과 같다.

- ① 수면다원검사(Polysomnography, PSG)에서 신뢰할 수 있는 정보가 적다.
- ② 가정수면다원검사(Home sleep test, HST)의 민감도가 낮다.
- ③ 질문지의 신뢰도가 낮다.
- ④ 측모두부 방사선사진에서 얻을 수 있는 정보가 제한된다.
- ⑤ CBCT 촬영을 하는 경우가 많지 않다.

교정의사는 소아 환자에 대한 OSA 감별진단 기준과 주관적 증상들을 고려한 종합적 안목을 필요로 하며, 수면 의학 분야의 의료 팀과의 다학제간 치료 및 관리에 참여할 책임이 있다.

2. 소아 OSA 감별진단

수면다원검사(PSG)는 성인 환자와 마찬가지로 소아 환자에서도 OSA 진단을 위한 가장 우수한 검사 방법이다. 하지만 일반적으로 OSA 심도를 반영하는 AHI는 성인 환자와 다르게 적용된다(Table 1).

소아 환자에서 더 정확한 OSA 진단을 하기 위해서 환자의 과거력 및 신체 검사 결과를 이용하여 추가적인 정보를 얻기도 한다.

3. 주관적 증상에 따른 소아 OSA 감별진단

소아 OSA 환자는 성인 환자와 AHI 기준 차이뿐만 아니라 주관적 증상도 다르게 나타나기 때문에 정확한 진단을 어렵게 만든다. 소아와 성인 환자의 주된 차이점은 Table 2에 비교하였다.

소아 OSA 환자의 주소는 대부분 수면 중 코골이, 노력성 호흡과 구호흡이다. 가장 일반적인 원인은 아데노이드 비대(Adenotonsillar hypertrophy)에 따른 비폐쇄이며, 만성 비폐쇄 및 골격적 두개안면 기형도 기여한다. 비만 역시 성인보다 소아 환자에서 더 많은 영향을 미

Table 1. Objective criteria of OSA severity between children and adults

OSA severity	Children	Adults
Mild	$1 \leq \text{AHI} < 5$	$5 \leq \text{AHI} < 15$
Moderate	$5 \leq \text{AHI} < 10$	$15 \leq \text{AHI} < 30$
Severe	$10 \leq \text{AHI}$	$30 \leq \text{AHI}$

Table 2. Subjective signs and symptoms of OSA between children and adults

Signs and symptoms	Children	Adults
Chief complaint	Snoring, difficulty breathing	Daytime sleepiness
Snoring	Continuous	Intermittent with pause
Mouth breathing	Common	Less common
Adenotonsillar hypertrophy	Common	Uncommon
Nasal obstruction	Common	Less common
Sleep architecture	Preserved	Fragmented
Clinical arousal	Uncommon	Common
Sequelae	Behavior problems, Neurocognitive deficits, Growth disturbance	Cardiovascular, neurovascular comorbidities

친다고 알려져 있다. 성인 환자에서 흔히 발생하는 증상인 수면 분절, 무호흡, 각성 및 주간 졸림증이 소아 환자에서는 일반적으로 발견되지 않는다. 심혈관 및 신경 혈관계 관련 질환은 드물지만, 심리사회적 행동 장애, 신경인지 결함, 학습 장애, 신체 및 안면 성장 장애와 같은 비가역적이고 심각한 장애를 야기할 수 있다. 행동 문제는 다양한 연령대를 걸쳐 다양하게 나타나며, 유아기에서는 주의력결핍 과잉행동장애(ADHD)와 같은 행동으로, 청소년기에서는 우울증으로 나타난다.

소아 OSA 환자의 간단한 선별 방법으로서 BEARS(B, 취침 시간; E, 주간 졸림증; A, 야간 각성; R, 수면의 규칙성과 수면 시간; S, 코골이)를 이용하면 주관적 증상을 통해 일차적으로 OSA를 선별할 수 있다.

II. 소아 OSA 환자 조기 치료의 필요성

소아 OSA 환자가 적절한 시기에 치료를 받지 못하면 비정상적인 두개안면 성장과 더 심각한 수면장애호흡으로 진행될 수 있다. 그러므로 조기에 비강 및 구강의 구조적 장애가 발견되거나 OSA 증상을 보이는 소아 환자는 두개안면 성장 평가 및 성장 예측이 반드시 필요하다.

성장 조절에 대한 조기 치료의 목표는 다음과 같다

- ① 신체 성장 장애, 신경인지 및 학습 장애, 심리사회적 및 행동적 결함과 같은 비가역적 장애를 예방한다.
- ② 보다 심각한 증상 및 동반 질환이 있는 성인 OSA 환자로의 이행을 예방한다.
- ③ 두개안면 기형을 예방하거나 치료하여 악순환을

차단한다.

조기 성장 조절 치료의 궁극적 목표는 골격성 II급 부정교합 환자에서의 하악골 성장 방해 제거(Unlocking the mandible) 및 성장 자극, 골격성 III급 부정교합 환자에서의 비상악복합체 발달 및 비호흡을 위한 상기도 발달을 포함한다.

III. 소아 OSA 환자의 교정학적 치료 방법

1. 표현형(Phenotype)-기반 환자 분류

소아 OSA 환자의 주된 표현형은 해부학적 폐쇄, 신경운동기능 장애로 나눌 수 있고, 해부학적인 요소에는 골격적인 요소와 연조직적인 요소로 나눌 수 있다.

적절한 치료방법의 선택을 위해서는 표현형 분류가 선행되어야 한다. 만일 환자의 주된 문제점이 비폐쇄인 경우 비강 수술, 비강 확장 및 약물 치료를 통한 공간 확보가 우선적으로 필요하다. 아데노이드편도 비대는 소아에서 가장 흔한 원인이고 아데노이드편도절제술(Adenotonsillectomy)이 소아 OSA 환자 치료의 첫 번째 선택지로 알려져 있다. 환자가 양호한 성장 패턴과 양호한 크기의 림프 조직을 보이지만 비만인 경우 운동을 통한 체중 감량 및 약물 요법이 권장된다. 골격적인 위험 인자를 가진 환자의 경우 적극적인 두개안면 성장 조절 치료가 필요하다. 신경운동기능 장애는 수면 중 변형된 인두근 긴장 및 반사 작용과 관련이 있다. 근신경계 반응 활성이 현저히 저하된 경우 물리 치료에 대한 반응이 불량할 수 있으므로 중안모 평탄화라는 부작용에도 불구하고 장기간의 CPAP 사용이 권장된다¹⁾. 여러 요인들이 영향을 주는 복잡한 표현형을 가진 환자는 복합적 치료가 고려되어야 한다.

2. 표적(Target)-기반 치료 선택

소아 OSA 환자가 표현형-기반으로 분류된 후, 원인 표적에 대해 표적-기반 치료가 진행되어야 한다. 골격적 두개안면 기형을 동반한 소아 환자는 아데노이드편도절제술 후에도 OSA 발생 위험이 여전히 높다²⁾. 두개안면 표현형에 따라 성장 조절 치료 방법을 3가지로 나누어볼 수 있다.

- ① 작고 후퇴된 턱을 가진 골격성 II급 부정교합 환자의 하악골 성장 방해 제거 및 성장 자극.
- ② 후퇴된 중안모를 가진 골격성 III급 부정교합 환자의 비상악 복합체 전방 견인.
- ③ 협착된 상악골 및 비강을 가진 환자의 비상악 복합체 확장.

모든 치료 과정에서 상악골 수직 과잉(Vertical maxillary excess, VME)을 고려하여 수직고경을 평가하고 치료에 반영해야 한다. 비정상적인 습관을 동반한 경우 치료의 안정성을 증가시키기 위해 구강근기능 요법이 동반되어야 한다. 잔여 성장에 대한 우려에도 불구하고, 악교정 수술 또는 골신장술은 증후군성 기형 또는 난치성 OSA를 가진 심각한 장안모의 골격성 II급 부정교합 환자를 치료하는 옵션이 될 수 있다^{3,4)}.

3. 장치를 이용한 표적 치료

1) 하악골 성장 방해 제거 및 성장 자극을 위한 기능성 장치

후퇴된 하악골을 동반한 골격성 II급 부정교합 환자에서는 하악골이 사춘기 최대 성장기에 충분히 발달될 수 있도록 환경을 제공해 주거나(Unlocking the mandibular growth), 적극적으로 과두 성장을 촉진시키는 기능성 장치를 사용할 수 있다. 최근 문헌⁵⁾에 따르면, 기능성 장치는 이설근과 구개설근의 작용으로 하악골의 전방 성장과 동시에 혀 기저부, 설골 및 연구개의 전방 이동

에 의해 구인두 기도를 열어 주는 긍정적인 효과가 있다고 보고하였다(Fig. 1). 3차원 방향으로의 구인두 확장(전후방적 방향보다 내외측 방향으로 더 큰)은 최소 단면적 증가⁶⁾와 함께 산소 포화도가 증가함에 따라 억제되었던 성장 호르몬이 회복되면서 OSA 증상을 해소시켜 줄 수 있는 임상적 가치를 가지고 있다. 이러한 효과에 대해 여러 종류의 기능성 장치 간에 유의할 만한 차이는 없었다.

작용 메커니즘에는 4가지 임상적 의미를 내포하고 있다.

- ① 좋은 성장 잠재력(최대 성장기 이전), 좋은 성장 패턴(평행 또는 반시계 방향 성장 패턴), 좋은 순응도를 보이는 환자에서 긍정적인 효과
- ② 하악골 전방 이동으로 인한 기도 확보로 주간 졸림증 완화 효과
- ③ 하악골의 성장 방해 제거 효과
- ④ 성공적 결과에도 불구하고 기능성 장치가 장기적으로 OSA 치료에 효과적이라는 것에 대한 논란이 있음⁷⁾

2) 비상악 복합체 전방 견인을 위한 페이스마스크
중안면이 함몰된 골격성 III급 부정교합 환자의 경우,

상악골의 전방 성장과 아데노이드 비대 사이의 균형이 깨지면서 비인두와 범인두의 정상적인 성장에 부정적인 영향을 야기할 수 있다. 페이스마스크를 이용한 상악골 전방 견인은 상악골의 전하방 성장을 촉진하여 상악골 열성장을 동반한 소아 OSA 환자의 호흡 장애를 개선시킬 수 있다. 최근 문헌⁸⁾에서 페이스마스크는 구개 평면의 반시계 방향 회전과 하악골의 시계 방향 회전을 유도하며 상악골의 전방 성장을 자극한다고 보고하였다. 페이스마스크의 악정형 효과로 후비극이 전하방으로 이동하여 비인두 기도가 확장되고 동시에 연구개가 전방으로 이동하여 범인두 공간이 증가된다(Fig. 2). 페이스마스크에 의한 비인두 기도 확장에 유리한 시기는 상악골 주위 봉합에서의 성장이 일어나는 9-10세 이전이다. 최근에는 미니플레이트와 같은 골성 고정원을 상악골에 식립하여 견인력을 직접 가하는 방식으로 보다 더 늦은 10대까지 악정형 효과를 기대할 수 있다.

3) 비상악 복합체 확장을 위한 급속 상악골 확장 장치

좁고 깊은 구개를 보이며, 상악골 횡적 성장 부족을 동반한 환자는 비강 협착 및 비폐쇄, 구호흡을 동반하는 경우가 많다. 상악골이 좁은 환자에서 협착된 비강의 공기

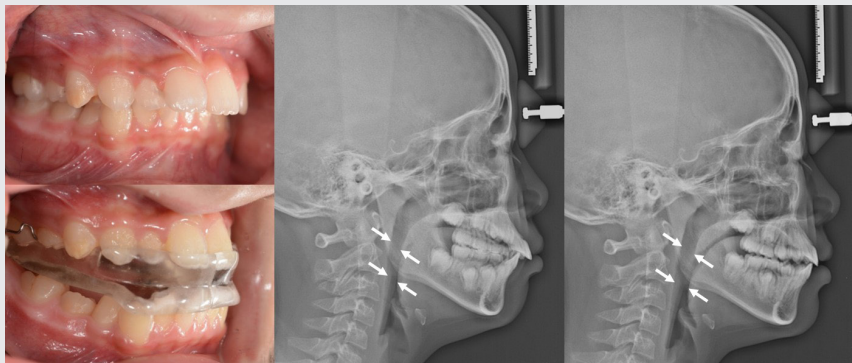


Figure 1. Functional appliance. Mandibular advancement enlarges oropharyngeal airway and provides a sufficient environment for the mandible growth, which has a positive effect on the airway.

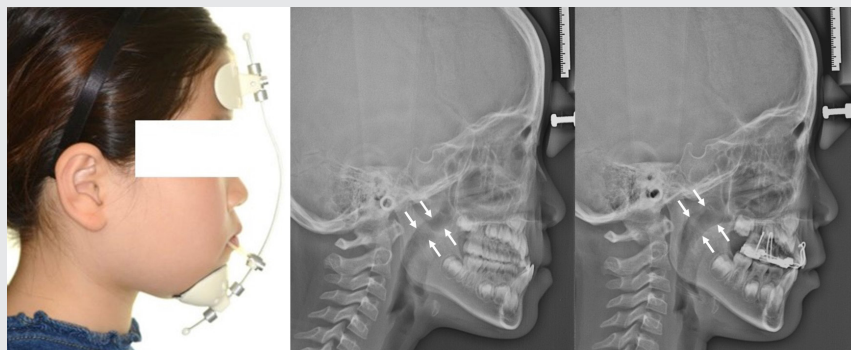


Figure 2. Facemask. Protracting the nasomaxillary complex stimulates the forward and downward growth of maxilla, opens the nasopharyngeal airway, and increases the velopharyngeal space.

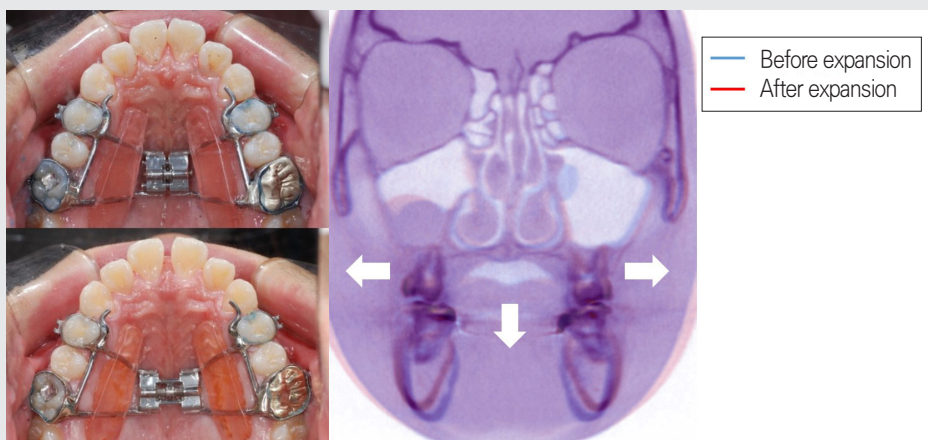


Figure 3. Rapid maxillary expander. Midpalatal sutural expansion of the nasomaxillary complex decreases the nasal resistance and increases the nasal airflow by enlarging the nasal cavity and nasal floor.

호흡을 향상시키기 위해서는 골격적인 확장이 필요하다. 급속 상악골 확장 장치(RPE)는 횡적인 확장뿐만 아니라 삼차원적으로 비강의 부피를 증가시키기 위해 사용될 수 있다(Fig. 3). 정중구개봉합을 분리하여 좁고 깊었던 입천장을 넓고 얇게 바꿔줌으로써 혀의 전상방 변위 및 혀와 연구개 후방 인두 기도를 열어주고, 비강 내 공

기 저항을 현저히 감소시킨다. 증가된 공기 흐름은 임계 폐쇄 압력을 낮추므로 인두 협착의 가능성을 낮춘다. 확장된 구강은 혀를 전상방으로 재배치시켜 구인두 기도를 간접적으로도 개방할 수 있다. 상악골 기저부의 확장과 동시에 비상악 복합체의 전하방 이동에도 기여한다. 비상악 복합체 확장의 성공 여부는 정중구개봉합의

유합 정도에 달려 있다. 미취학 아동의 정중구개봉합 분리는 가철성 확장 장치만으로도 상악골 기저부 및 비강 폭경 확대에 효과적인 반면, 15-16세 이전의 청소년들은 고정성 확장 장치를 사용해야 한다⁹⁾. 최근에는 만 3세 전후의 어린 아동에서도 코골이 및 비폐쇄가 심각한 경우에는 조기에 급속 상악골 확장 치료를 시행하여 직접적으로 호흡을 개선시켜 주는 경우도 있다. 소아 환자에서 마이크로임플란트-지지 급속구개확장장치(MARPE)를 이용하면 RPE보다 더 많은 상악골 기저부의 확장, 더 적은 치아치조성 효과, 정중구개봉합의 평행한 분리가 가능하다.

4) 상악골 수직 과잉(VME) 억제를 위한 헤드기어

구호흡을 동반한 성장기 아동에서 나타나는 공통적인 특징은 장안모 패턴이 대표적이다. 입을 벌리고 있어 상하악 구치부 및 치조골이 지속적으로 수직 성장을 하고, 하악골이 후하방 회전하기 때문에 일반적인 치료에 좋지 않은 결과를 보이며, 혀 후방 부위 기도를 좁히고 기도가 길어짐으로서 기도 협착이 증가하는 악영향을 초래하게 된다. 상악골의 수직 과성장으로 인해 하악골이 후하방 회전하는 성장 패턴에서 상방견인 헤드기어를 이

용하여 상악골에 후상방 견인력을 장기간 가하면 하악골의 반시계 방향 회전이라는 치료 효과를 통해 안모 개선과 동시에 기도 확장을 얻을 수 있다(Fig. 4).

일반적으로 헤드기어를 이용한 치료는 상악골의 전방 성장을 억제하기 위해 사용하므로 기도에는 부정적인 영향을 미칠 것이라 우려하기도 한다. 하지만 경부견인 헤드기어 치료 후 구인두 및 하인두의 변화 없이 비인두 확장이 일어났다고 보고된 연구도 있었고¹⁰⁾, 액티브 이터-헤드기어를 이용한 치료에서 VME 및 하악골 열성장을 동반한 환자에서 구인두 기도를 증가했다고 보고한 연구도 있었다¹¹⁾.

5) 근기능 요법

구호흡은 입술 부전, 저위설, 저작근 활성 감소 등의 기능 문제들을 수반하게 되며 힘의 균형이 깨짐에 따라 악안면 골격 변형을 심화시킨다. 또한 치료를 통해 골격 및 구강 구조가 개선된다 할지라도 입술 및 혀의 위치가 개선되지 않는다면 호흡 기능의 실질적 개선으로 이어지지 않게 된다. OSA 증상을 해소하기 위한 해부학적 구조에 대한 치료가 우선 진행되어야 하지만, 동시에 적극적인 근기능 요법을 통해 구강계 힘의 균형을 회복시

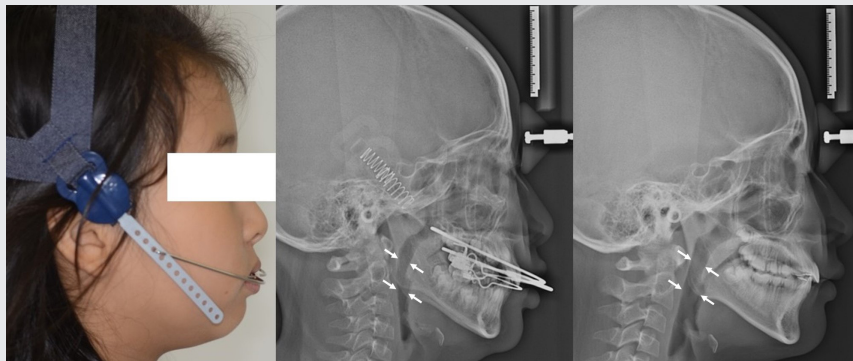


Figure 4. High-pull headgear. Inhibition of vertical maxillary excess prevents clockwise rotation of the mandible, interrupting increased facial divergency and increasing oropharyngeal patency.

켜 주는 것도 중요하다. OSA 환자에 대한 근기능 요법은 연구개, 설골 상근, 호흡 기능 운동까지 포함하며, 각 운동의 표적이 기도 근육과 연관된다는 점에서 약간 차이가 있다.

IV. 결론

두개안면 골격구조는 구조물에 따라 다른 시기에, 다른 방향으로 차등적인 성장이 일어난다. 성장기 소아 환자의 경우 두개안면 성장 잠재력, 성장 패턴, 성장 단계에 대한 정확한 평가가 우선적으로 필요하며, OSA 원인과 관련된 해부학적 구조를 파악한 후 알맞는 성장 시기 선택 및 표적-기반 치료를 시행해야 한다.

비호흡의 조기 달성을 목표로 한 비상악복합체 확장 치료는 횡적 골격 부조화를 개선함과 동시에 호흡을 개선시킴으로써 OSA로의 진행을 차단하는 효과까지 기대할 수 있다. 비상악 복합체의 전방 성장 촉진 및 수직 과성장 억제 치료를 통해 상기도의 발육 및 확장을 도모할 수 있으며, 하악골의 성장은 직접적으로 조절하기 어렵지만 성장이 억제될 수 있는 환경적 요인을 조기 제거함으로써 성장 잠재력을 최대한 발휘할 수 있도록 해 주는 것이 매우 중요하다.

두개안면 골격구조의 문제가 아닌, 기도와 관련된 신경 및 근육 기능 이상이나 기도 주변 연조직 비대 및 염증 등이 원인인 OSA 환자인 경우, 또는 복합적인 원인을 가진 환자의 경우, 수면 의학 분야의 의료 팀과의 다학제간 치료 및 관리가 필요하다.

참 고 문 헌

1. Fauroux B, Lavis J-F, Nicot F, et al. Facial side effects during noninvasive positive pressure ventilation in children. *Intensive Care Med.* 2005;31(7):965-9.
2. Imanguli M, Ulualp SO. Risk factors for residual obstructive sleep apnea after adenotonsillectomy in children. *Laryngoscope.* 2016;126(11):2624-9.
3. Bell RB, Turvey TA. Skeletal advancement for the treatment of obstructive sleep apnea in children. *Cleft Palate Craniofac J.* 2001;38(2):147-54.
4. Ahn H-W, Lee B-S, Kim S-W, Kim S-J. Stability of modified maxillomandibular advancement surgery in a patient with preadolescent refractory obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015;73(9):1827-41.
5. Xiang M, Hu B, Liu Y, Sun J, Song J. Changes in airway dimensions following functional appliances in growing patients with skeletal class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017;97:170-80.
6. Li L, Liu H, Cheng H, et al. CBCT evaluation of the upper airway morphological changes in growing patients of class II division 1 malocclusion with mandibular retrusion using twin block appliance: a comparative research. *PLoS One.* 2014;9(4):e94378.
7. Carvalho FR, Lentini-Oliveira DA, Prado LB, et al. Oral appliances and functional orthopaedic appliances for obstructive sleep apnoea in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;(10)
8. Ming Y, Hu Y, Li Y, et al. Effects of maxillary protraction appliances on airway dimensions in growing class III maxillary retrognathic patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2018;105:138-45.
9. Baratieri C, Alves M Jr, de Souza MMG, et al. Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140(2):146-56.
10. Kirjavainen M, Kirjavainen T. Upper airway dimensions in Class II malocclusion: effects of headgear treatment. *Angle Orthod.* 2007;77(6):1046-53.
11. Hanggi MP, Teuscher UM, Roos M, Peltomaki TA. Long-term changes in pharyngeal airway dimensions following activator-headgear and fixed appliance treatment. *Eur J Orthod.* 2008;30(6):598-605.