

급성호흡부전이 발생한 다운증후군 23세 여자에서 진단된 폐쇄성 수면무호흡증 1예

이승재, 이주원, 김경훈

서울대학교 의과대학 소아청소년과

A 23-year-old female with Down syndrome accompanied by obstructive sleep apnea and acute respiratory failure

Seungjae Lee, Joowon Lee, Kyunghoon Kim

Department of Pediatrics, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

This case report details a 23-year-old female with Down syndrome who suffered from acute respiratory failure due to severe obstructive sleep apnea syndrome and accompanying pulmonary arterial hypertension (PAH). The patient presented with obesity, adenotonsillar hypertrophy, and craniofacial anomalies commonly seen in Down syndrome, predisposing her to sleep-disordered breathing. Upon intensive care unit admission, she exhibited cardiomegaly, bilateral pulmonary edema, and right ventricular dysfunction. Polysomnography revealed severe sleep apnea with an apnea-hypopnea index of 108.7/hr. Treatment modalities included noninvasive positive pressure ventilation, diuretics, antibiotics, and positive airway pressure (PAP) devices to manage hypercapnia, pulmonary edema, and sleep apnea. PAH, a recognized complication of untreated sleep apnea, contributed to right ventricular dysfunction. A multidisciplinary approach was vital, with long-term management centered on continuous PAP therapy and comprehensive obesity management. This case underscores the intricate interplay between Down syndrome, sleep apnea, and PAH, highlighting the significance of early recognition and coordinated intervention in individuals with Down syndrome to enhance overall outcomes and quality of life. (*Allergy Asthma Respir Dis* 2024;12:93-98)

Keywords: Obesity, Obstructive sleep apnea, Down syndrome, Pulmonary hypertension

서론

폐쇄성 수면무호흡증후군(obstructive sleep apnea syndrome)은 수면 중 상기도의 부분적 또는 완전한 폐쇄가 반복적으로 발생하여 비정상적 환기 및 수면 패턴을 초래하는 질환이다. 소아에서 수면무호흡증은 1%~4%에서 나타나며, 성인과 마찬가지로 적절한 치료를 받지 않는 경우 다양한 증상과 심혈관계 합병증을 일으킬 수 있다.¹ 심혈관계로는 폐동맥 고혈압과 부정맥, 우심부전 등이 있고, 신경계로는 직식, 경련, 뇌 손상이 있으며, 드문 경우에, 호흡부전으로 급사도 올 수 있다.²

전 세계적으로 792건의 출생 중 1건의 정상 출생 유병률을 보이는 다운증후군은 가장 흔한 상염색체성 염색체질환으로, 출생 기

형 및 지적 장애의 흔한 원인질환이다. 다운증후군 환아는 중앙안면부 형성부전 및 상악동 형성부전, 편도 및 아데노이드 비대, 거대 혀, 갑상선 저하증 및 비만, 근긴장 저하 등이 동반되어 수면무호흡증의 발생빈도가 50% 이상으로 집계된다.³ 상기 소견들은 다운증후군 소아에서 급격한 체중증가와 동반되어 수면무호흡증을 일으키는 주요 원인이 된다.⁴

수면무호흡증에서 호흡장애로 비롯된 저환기 및 산소포화도 저하에 따른 폐동맥 고혈압, 그리고 이로 인한 심혈관계 합병증 발생은 선형 연구에 의해 널리 알려져 있다. 수면무호흡증과 관련된 심각한 심장 또는 호흡기 동반질환이 있거나 심각한 수면 관련 폐포환기 저하가 있는 경우에는 심장초음파 검사가 필수이다.⁵ 특히, 다운증후군을 가진 영아 및 소아에서는 최대 28%인 폐고혈압 사례

Correspondence to: Kyunghoon Kim  <https://orcid.org/0000-0002-0707-6839>
Department of Pediatrics, Seoul National University College of Medicine, 103 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea
Tel: +82-2-2072-3778, Fax: +82-2-2072-3778, Email: journey237@snu.ac.kr
Received: October 11, 2023 Revised: November 9, 2023 Accepted: November 9, 2023

© 2024 The Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease
The Korean Academy of Asthma, Allergy and Clinical Immunology
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

가 보고되며, 국제 소아 폐동맥 고혈압 레지스트리에 등록된 사례에서 17%–55%의 비율로 확인되며, 발생기전으로는 수면무호흡과도 연관이 있는 것으로 보고되고 있다.⁶ 이에 저자들은 수면무호흡과 동반된 폐동맥고혈압으로 인해 급성호흡부전을 보인 다운증후군 환자의 증례를 보고하고자 한다.

증 례

환자: 23세 여자

주소: 흉부 불편감 및 호흡곤란

현병력: 환자는 내원 1달 전부터 활동량 감소하였다. 내원 3일 전부터 기침, 호흡곤란 양상 심해지며, 미열 및 인후통 동반되었다. 내원 당일, 흉부 불편감 및 호흡곤란 심해져 응급실 내원하였고, 심장비대 및 양 폐야 부종 확인되어 고유량 비강 캐놀라로 호흡보조하며 중환자실로 입원하였다.

과거력: 재태주수 39주 3일, 3.3 kg, 질식분만으로 출생하였고, 산전검사에서 다운증후군으로 진단되었으며, 생후 7개월에 심실 증격 결손 폐쇄술 수술받았다. 만 5세경부터 흡기 시 협착음 등 호흡음 이상 있었고, 수면 중 코골이 양상 확인되었다. 만 10세경부터 1년의 기간 동안 20 kg 정도 빠지고 찌는 등의 급격한 체중변동 있었고, 이후 꾸준히 체중 증가하였다. 10세 이후 급격한 체중증가에 도 기저질환인 다운증후군 및 동반 고위험질환에 대해 적절한 정기검진을 받지 못했다.

가족력: 호흡기계질환 및 심혈관계 질환의 가족력 없었다.

신체 검진 소견: 환자는 키 140.8 cm (1백분위수 미만), 몸무게 96.5 kg (99백분위수 이상), 체질량지수 48.7 kg/m² (99백분위수 이상)로 저신장 및 중증 비만이었다. 혈압은 115/45 mmHg, 맥박 수는 분당 120회, 호흡 수는 분당 32회, 체온은 36.0°C였고, 초기에 측정된 산소포화도는 70%였고, 의식은 명료하였다. 구강 내 인후두비대로, 검진 시 Friedman 3형 확인되었다(Fig. 1). 호흡 시 흉부함몰 있었고, 청진상 양측 폐야에서 경도의 수포음 확인되었다. 각성 시에는 호흡음 이상 없었으나, 수면 시 코골이와 함께 협착음 확인되었다. 비만으로 인한 복부 둘레가 증가되어 있었고, 촉진상 통증 및 압통 없었다. 사지 부종 및 피부발진이나 출혈반점은 없었다.

검사 소견: 정맥혈가스검사에서 PH 7.295, 이산화탄소 61.9 mmHg, 중탄산이온 30.1 mmol/L로 고이산화탄소혈증 및 이와 동반된 교정된 산증 확인되었다. 빌리루빈은 0.48 mg/dL, 아스파테이트아미노전이효소 90 U/L, 알라니아미노전이효소 185 U/L로 상승되어 있었다. C반응 단백질은 3.20 mg/dL으로 약간 상승되어 있었다. 뇌나트륨이노펩티드는 2,967.2 pg/mL로 크게 상승되었고, 심근효소 검사에서 트로포닌 I는 0.037 ng/mL로 정상범위였으나, 크레아틴 키나제 및 심장형 크레아틴키나제가 각각 317 ng/mL, 8.1 ng/mL로 상승하였다. 혈액배양 검사, 호흡기검체 배양검사, 호흡기바이러스

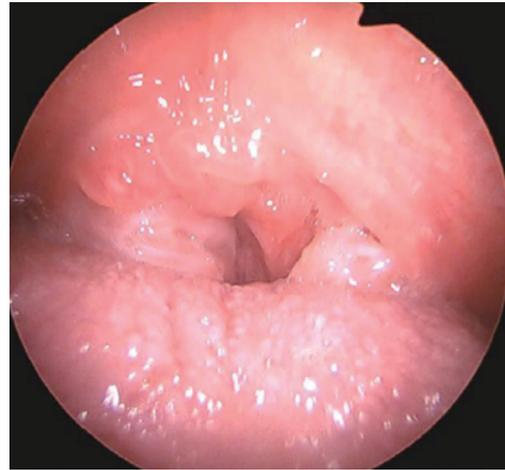


Fig. 1. Friedman tongue position stage III. The tongue significantly obstructs the airway.

중합효소연쇄반응 검사 음성이었다.

영상의학검사: 초기 흉부방사선검사에서는 양측 폐부종이 저명하게 확인되며 심장비대 동반되었다(Fig. 2A). 심전도검사에서는 우축 편위 확인되었고, 심초음파검사에서는 우심실 기능장애와 함께 우심방 및 우심실 비대 또한 확인되었다(Fig. 3A, B). 흉부 전산화단층 촬영에서는 미만성 유리간염영이 양폐야에서 확인되었고, 엽간중격비대 동반되어 폐울혈로 확인되며, 무기폐 병변이 다병소에 같이 있었다. 복부 전산화단층 촬영에서는 중증 비만 및 지방간 확인되었다.

수면다원검사: 수면다원검사는 양압기를 적용하기 전과 양압기를 적용 후 압력을 조절하며 연속하여 시행하였다(Fig. 4A, B). 양압기를 가지지 않고 시행한 수면다원검사결과는 다음과 같다.

총 기록시간은 103.5분, 총 수면 시간은 55.5분으로 수면효율은 53.6%였고, 수면잠복기는 17분이었다. 비렘수면 1단계는 11.5%, 2단계는 18.2%, 3단계는 45.2%였으며, 총 무호흡 횟수는 시간당 27회, 저호흡 횟수는 시간당 94.1였다. 무호흡-저호흡 지수는 121.2, 호흡장애지수는 121.2로 중증 폐쇄성 수면 무호흡으로 진단되었다. 수면 중 평균 산소포화도는 88.4%, 산소포화도가 90% 미만으로 측정된 시간은 47.3%, 80% 미만으로 측정된 시간은 15.8%였다.

바로 이어서 양압기 조절 중 수면다원검사 시행하였고, 적정 양압기압력은 16.0 cmH₂O로 확인되었다.

임상경과 및 치료: 양측 폐부종 및 이와 동반된 산소포화도 저하로 고유량비강캐놀라 호흡보조 치료 시작하였으며, 이노제 투약 시작하였다. 폐동맥 고혈압에 대해서는 bosentan 및 sildenafil 치료 시작하였고, 동반된 폐렴가능성에 대해 항생제 치료 병행하였다. 입원기간 중 수면 중 16.0 cmH₂O로 양압호흡기치료 시행하였고, 수면 시간 외에는 산소포화도 저하 없이 호흡 안정적으로 호흡보조 없이 퇴원하였다. 퇴원 시 체중 90.8 kg으로 우심기능 및 폐동맥

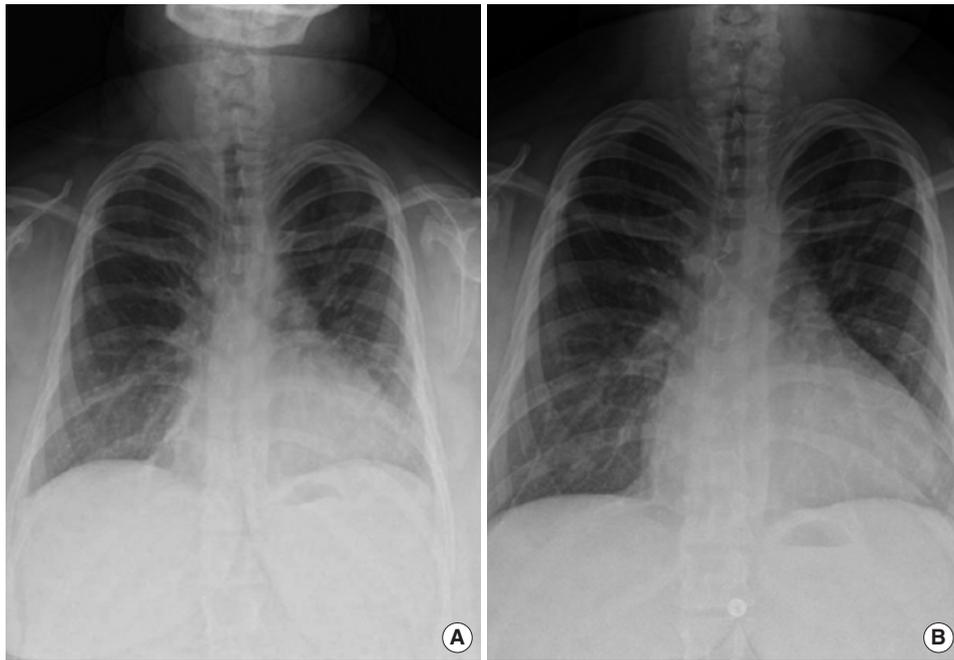


Fig. 2. (A) Chest radiograph demonstrating bilateral pulmonary edema and cardiomegaly. (B) One month later, chest radiograph demonstrating bilateral pulmonary edema is improved.

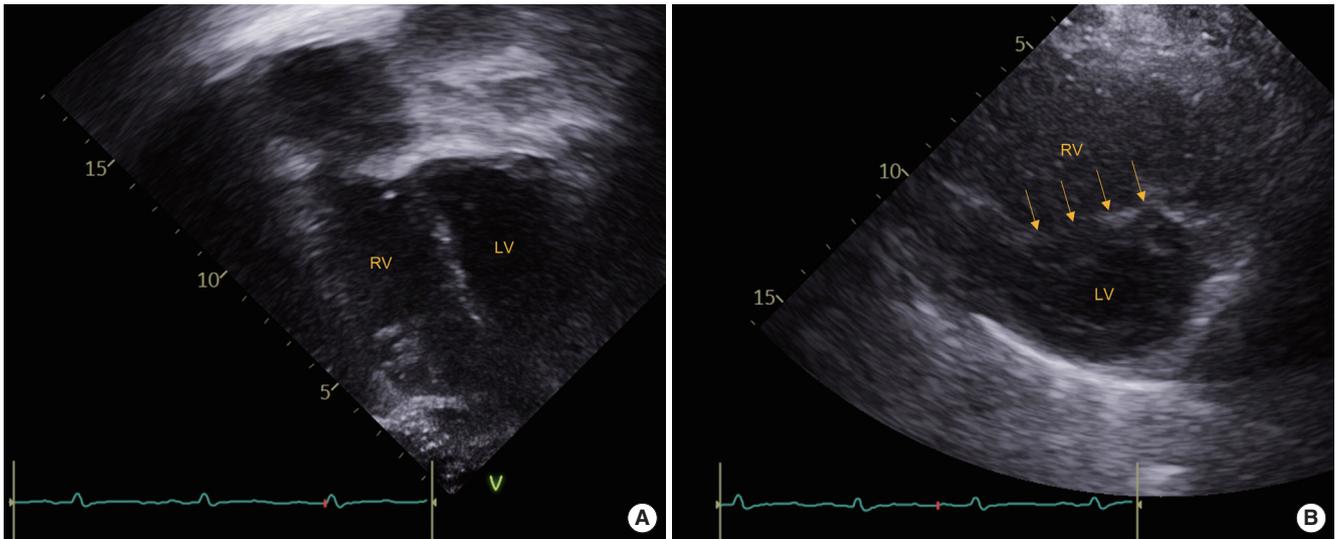


Fig. 3. Transthoracic echocardiogram obtained on admission. (A) Right ventricular dilatation and hypertrophy at end-diastolic phase in the apical 4-chamber view. (B) Flattened interventricular septum at end-systolic phase in the parasternal short-axis view. RV, right ventricle; LV, left ventricle; V, indicator.

고혈압 호전 후 입원 시 체중보다 5.7 kg 감소하였다.

입원 시 흉부 방사선검사와 비교하면, 퇴원 시 검사한 흉부 방사선검사상 양측 폐부종 호전되었다. 퇴원 후 1달 뒤 시행한 흉부 방사선검사 결과에서는 양측 폐 부종은 더 이상 확인되지 않았다 (Fig. 2B).

이 증례는 연구 수행 중에 환자 및 보호자의 서면동의하에 작성되었다.

고 찰

이 증례는 다운증후군에서 수면호흡장애에 위험이 높고 여러 가지 질환으로 인해 수면호흡장애에 중증도 악화될 수 있으므로, 이에 대한 주기적인 평가가 필요함을 보여주는 증례이다. 다운증후군 소아에서 수면호흡장애의 유병률은 기저질환의 위험 요인으로 일반 소아 환자에 비해 현저히 높다.⁷ 수면호흡장애는 신경인지장애, 심장

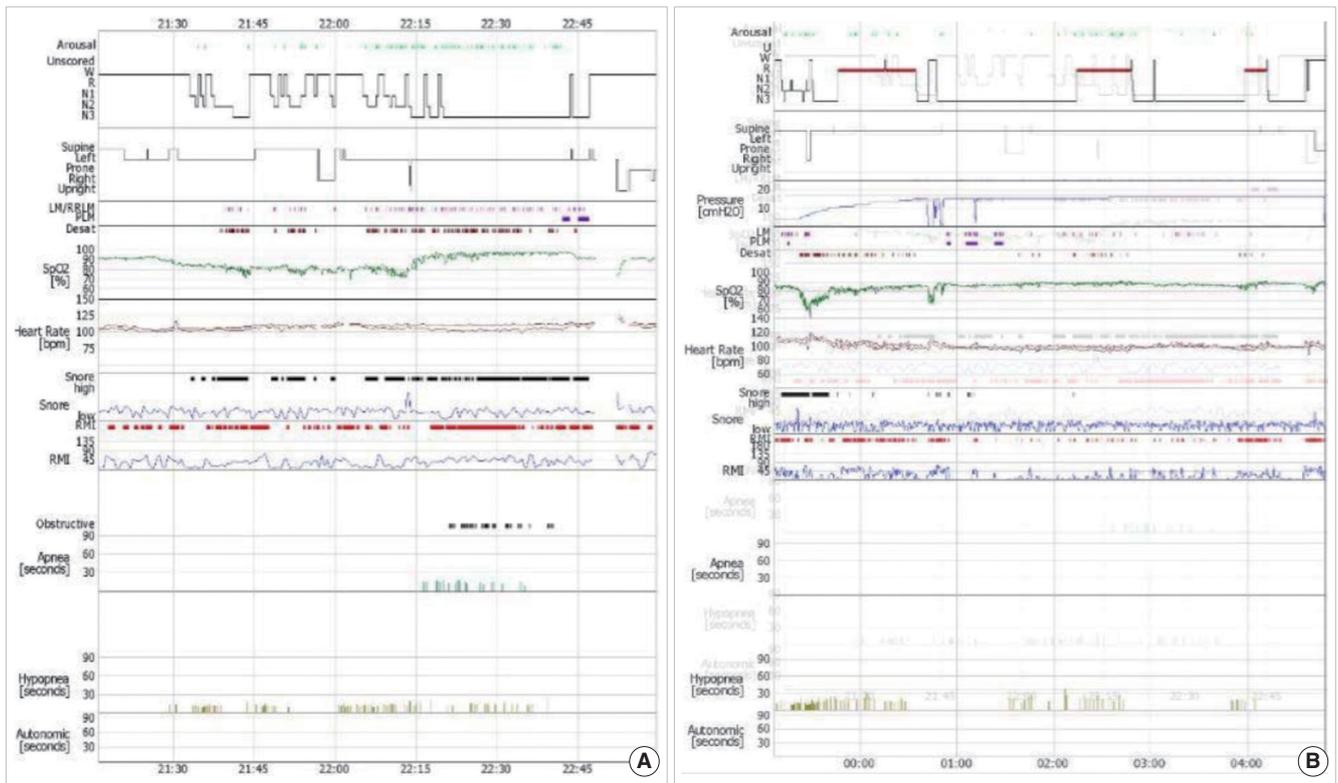


Fig. 4. (A) Polysomnography of the case shows respiratory events, arousals, sleep stages, positions, desaturation events, arterial oxygen saturation, and hypopnea/apnea events. The sleep study revealed an AHI score of 121.2 which is consistent with a diagnosis of severe obstructive sleep apnea with desaturation. (B) After titration with CPAP, AHI score is improved from 121.2 to 22.1, and the appropriate pressure is checked as 16.0 cmH₂O. AHI, apnea-hypopnea index; CPAP, continuous positive airway pressure; W, waking; R, REM sleep; N, NREM sleep; LM, leg movements; RRLM, respiratory-related leg movements; PLM, periodic leg movements; SpO₂, saturation; RMI, respiratory mechanic instability.

대사질환, 호흡부전 등을 포함한 중증 합병증의 이환율과 관련이 높으며, 다운증후군 소아에서 수면 무호흡증의 조기 진단 및 치료는 궁극적으로 중증 합병증의 이환율을 방지하는 데 중요하다. 또한, 다운증후군 성인 환자에서 두개안면기형을 포함한 비만, 갑상선 저하증 등의 선형 요인은 소아 환자에서보다 많고, 이는 성인 환자에서 유병률이 더 증가하여, Trois 등⁸은 94%의 성인 다운증후군 환자에서 수면무호흡증이 확인되었다고 보고하였다. 미국소아과 학회는 증상 이력에 관계없이 4세까지의 모든 다운증후군 소아에게 수면다원검사를 정기적으로 시행할 것을 권장하기 시작했다.⁹

비만 아동과 청소년은 수면호흡장애를 발생할 위험에 노출되어 있다. 클리블랜드 아동 수면 및 건강 연구에 따르면, 400명의 2세에서 18세 사이의 소아 및 청소년을 대상으로, 비만은 body mass index가 28 kg/m²보다 큰 것으로 정의할 때, 비만 그룹에서 무호흡 지수 10 이상으로 정의되는 수면무호흡증이 나타낼 가능성이 대조군보다 4.7배 더 높았다.¹⁰ 많은 수면무호흡증 관련 합병증을 고려할 때, 수면다원검사는 비만 아동과 청소년의 정기적인 평가에 포함될 수 있다. 비만 아동과 청소년의 수면무호흡증의 중증도는 체지방과 상부 기도 관련 요인인 편도비대증과 관련하여 변할 수 있

다. 비만 아동과 청소년의 수면무호흡증에 대한 일차 치료로 편도 및 아데노이드 절제술 그리고 체중 감량을 고려할 수 있다. 과다비만 청소년에서 수술로 인한 체중 감량은 수면무호흡증의 심각성을 개선할 수 있다.¹¹

편도선 절제술과 아데노이드 절제술은 다운증후군과 같은 추가적인 위험 요소가 있는 수면무호흡증 환자들에게 1차 치료 방법이다. 그러나 상당한 비율의 환자는 편도 및 아데노이드 절제술 후 무호흡증이 지속적으로 남아 있을 수 있다. 많은 연구에서 수면무호흡증의 진단에 있어서, 민감도와 특이도를 결정할 때 apnea-hypopnea index (AHI) ≥ 5/hr을 사용했지만, AHI ≥ 1.5/hr은 소아에서 통계적으로 비정상적으로 간주된다.¹² 편도 및 아데노이드 절제술을 받은 환자에서 AHI ≥ 5/hr을 기준으로 사용할 때 수면무호흡증의 지속비율이 최저 13%–29%, 비만 아동 및 7세 이상의 소아 등 고위험군에서 AHI ≥ 1/hr을 기준으로 사용할 때 수면무호흡증의 지속비율이 최고 73% 범위였다.^{13,14} 이러한 결과는 중안면 및 하악 저형성증, 상대 대설증을 동반한 설소구증, 근육 긴장도 저하와 같은 해부학적 및 기능적 요인과 관련된 상기도 폐쇄의 다인성 특성에 의해 설명될 수 있다.¹⁵ 이에, 모든 환자는 수술 후 6–8주 후에 임상

평가를 받아야 하며, 고위험 환자나 심한 수면무호흡증 있는 소아 환자는 수술 후 수면다원검사를 통해 잔여 질환을 검사하는 재평가가 필요하다.

다운증후군을 가진 소아에게 아데노이드-편도절제술은 무호흡-저호흡 지수를 줄이는 데 효과적이지만 정상화에 한계가 있다는 점을 고려할 때, 다운증후군 환아에서 적극적인 양압환기 적용과 환자 교육이 필요하다. 이는 지속적 양압환기 또는 비침습적 환기가 편도 및 아데노이드 수술 후 수면무호흡이 지속되는 다운증후군 환아에서 이차적인 치료 방법으로 효과적이지만 치료순응도가 떨어지기 때문이다.¹⁶ Trois 등⁸에 따르면, 수면무호흡증이 동반된 다운증후군 성인 8명에서 지속적 양압환기 치료를 시작하였고, 치료를 받은 성인 8명 중 5명은 밤에 6-8시간의 우수한 순응도를 보였고, 졸음과 주간 기능이 주관적으로 개선되었다고 보고하였다.

급성 호흡 부전은 선천성 및 후천성 폐 질환, 기도 장애, 그리고 신경근육 기능장애와 관련된 세 가지 주요 원인에 의해 생길 수 있으며, 중환자실 입원의 흔한 이유 중 하나이다. 상기 증례에서, 해당 환자는 심실중격결손의 과거력, 비만 및 상기도 구조 이상으로 생긴 수면무호흡증 등이 폐동맥고혈압의 원인이 되어, 기저 폐상태가 좋지 않은 상태에서 선행하는 감염으로 급성호흡부전으로 진행되었다. 중환자실 입실 후, 급성 호흡부전과 동반된 폐렴, 폐동맥고혈압 및 우심부전에 대해 항생제 및 이노제, 폐동맥고혈압 치료제 등 약물치료로 호전되었지만, 기계환기이탈에 어려움이 있었으나, 양압환기의 조기적용 후 기계환기이탈에 성공하였다. 수면호흡장애로 인한 급성호흡부전은 중환자실에서 급성호흡부전 치료 시 고려되어야 하며, 비만이나 기타 수면무호흡증의 고위험군의 경우, 이 동식 수면다원검사 등을 통한 조기진단 및 비침습적 양압환기의 조기적용이 기관절개나 장기간 기계환기 등의 불필요한 치료절차를 줄여준다고 보고되었다.¹⁷ 급성 호흡부전으로 중환자실에 입원한 대부분의 환자에서 급성 호흡부전의 병인은 매우 분명한데, 소수의 그룹에서 원인이 모호한 경우가 있어, 인지되지 않는 수면 호흡 장애가 급성호흡부전의 원인일 수 있으므로, 이를 고려하여 치료에 접근하는 것이 급성호흡부전에서 이환율 및 사망률을 줄일 수 있다.¹⁸

수면호흡장애 환자에서 폐동맥 고혈압의 유병률은 17%-70%의 범위로 알려져 있으며, 그 기전은 명확하지 않다.¹⁹ 수면호흡장애의 경우, 반복적인 무호흡으로 인한 폐포 저환기로 폐혈관 수축 등의 혈역학적 변화, 그리고 이로 인한 혈관내피 손상으로 인해 폐동맥 고혈압이 생길 수 있다고 보고되고 있다. 또한, 폐동맥 고혈압은 우심 부전을 동반하여 생길 수 있는 체액 저류로 상기도 부종 및 수면 무호흡증을 악화시킬 수 있다고 한다.⁵ 이 중, 다운증후군 환자들은 폐 용적이 작고 심장 내 셉트 노출에 의해 폐동맥 고혈압이 잘 생기는 경향이 있는데, 상기도폐쇄, 삼킴곤란, 잦은 기도흡인에 의한 동반폐질환의 높은 발생 빈도가 이차적으로 기여한다. 수면호흡장애

의 1차적 치료인 양압환기는 치료 시작 전에 폐동맥 고혈압을 나타내는 환자에서 폐혈역학을 개선할 가능성이 있으나, 그 효과가 크지 않고, 아직까지 장기적인 임상적 관련성이 불확실하다.²⁰ 이에, 양압환기를 통해 폐동맥 고혈압이 호전되지 않다면, 심도자술을 통한 정밀검사가 권고되고 있으며, 폐동맥 고혈압과 이로 인한 우심부전 또는 부정맥에 대한 치료는 동반된 수면무호흡증을 개선할 가능성이 있다.

상기 환자는 다운증후군 환자로, 동반하여 생길 수 있는 고위험 질환에 대한 정기검진을 받지 못하였고, 이로 인해 수면무호흡증이 조기에 진단되지 못해 폐동맥 고혈압 및 급성호흡부전 등 심각한 합병증이 발생한 증례이다. 이러한 점을 고려하여, 수면호흡장애의 장기적인 합병증을 예방하기 위해 수면호흡장애를 진단하고 치료할 수 있도록 기존의 4세 연령을 넘어서는 정기적인 수면다원검사 검진이 필요하다. 특히, 다운증후군 환아에서 어린 시절에 급격한 체중증가와 함께 비만율이 증가하고, 이와 동반된 수면무호흡증의 유병률이 증가하고 있다. 이러한 밀접한 연관성을 고려할 때, 다운증후군 환자에서 수면무호흡증의 유병률이 소아기의 체중증가 및 비만율과 연관이 깊은 것으로 알려져 있어, 수면무호흡증의 예방을 위해 비만에 대한 적절한 식이교육 및 상담 또한 필요할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Lumeng JC, Chervin RD. Epidemiology of pediatric obstructive sleep apnea. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:242-52.
- Capdevila OS, Kheirandish-Gozal L, Dayyat E, Gozal D. Pediatric obstructive sleep apnea: complications, management, and long-term outcomes. *Proc Am Thorac Soc* 2008;5:274-82.
- Basil JS, Santoro SL, Martin LJ, Healy KW, Chini BA, Saal HM. Retrospective study of obesity in children with Down syndrome. *J Pediatr* 2016;173:143-8.
- Trucco E, Chatwin M, Semple T, Rosenthal M, Bush A, Tan HL. Sleep disordered breathing and ventilatory support in children with Down syndrome. *Pediatr Pulmonol* 2018;53:1414-21.
- Adir Y, Humbert M, Chauat A. Sleep-related breathing disorders and pulmonary hypertension. *Eur Respir J* 2021;57:2002258.
- Hopper RK, Abman SH, Elia EG, Avitabile CM, Yung D, Mullen MP, et al. Pulmonary hypertension in children with Down syndrome: results from the pediatric pulmonary hypertension network registry. *J Pediatr* 2023;252:131-40.
- Miguel-Diez J, Villa-Asensi JR, Alvarez-Sala JL. Prevalence of sleep-disordered breathing in children with Down syndrome: polygraphic findings in 108 children. *Sleep* 2003;26:1006-9.
- Trois MS, Capone GT, Lutz JA, Melendres MC, Schwartz AR, Collop NA, et al. Obstructive sleep apnea in adults with Down syndrome. *J Clin Sleep Med* 2009;5:317-23.
- Bull MJ, Trotter T, Santoro SL, Christensen C, Grout RW; COUNCIL ON GENETICS, et al. Health supervision for children and adolescents with Down syndrome. *Pediatrics* 2022;149:e2022057010.
- Verhulst SL, Van Gaal L, De Backer W, Desager K. The prevalence, ana-

- tomical correlates and treatment of sleep-disordered breathing in obese children and adolescents. *Sleep Med Rev* 2008;12:339-46.
11. Section on Pediatric Pulmonology, Subcommittee on Obstructive Sleep Apnea Syndrome. American Academy of Pediatrics. Clinical practice guideline: diagnosis and management of childhood obstructive sleep apnea syndrome. *Pediatrics* 2002;109:704-12.
 12. Uliel S, Tauman R, Greenfeld M, Sivan Y. Normal polysomnographic respiratory values in children and adolescents. *Chest* 2004;125:872-8.
 13. Mitchell RB. Adenotonsillectomy for obstructive sleep apnea in children: outcome evaluated by pre- and postoperative polysomnography. *Laryngoscope* 2007;117:1844-54.
 14. Bhattacharjee R, Kheirandish-Gozal L, Spruyt K, Mitchell RB, Promchirak 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;182:676-83.
 15. Lal C, White DR, Joseph JE, van Bakergem K, LaRosa A. Sleep-disordered breathing in Down syndrome. *Chest* 2015;147:570-9.
 16. Dudoignon B, Amaddeo A, Frapin A, Thierry B, de Sanctis L, Arroyo JO, et al. Obstructive sleep apnea in Down syndrome: benefits of surgery and noninvasive respiratory support. *Am J Med Genet A* 2017;173:2074-80.
 17. Resta O, Guido P, Foschino Barbaro MP, Picca V, Talamo S, Lamorgese V. Sleep-related breathing disorders in acute respiratory failure assisted by non-invasive ventilatory treatment: utility of portable polysomnographic system. *Respir Med* 2000;94:128-34.
 18. Buckle P, Pouliot Z, Millar T, Kerr P, Kryger MH. Polysomnography in acutely ill intensive care unit patients. *Chest* 1992;102:288-91.
 19. Minai OA, Ricaurte B, Kaw R, Hammel J, Mansour M, McCarthy K, et al. Frequency and impact of pulmonary hypertension in patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Am J Cardiol* 2009;104:1300-6.
 20. Arias MA, García-Río F, Alonso-Fernández A, Martínez I, Villamor J. Pulmonary hypertension in obstructive sleep apnoea: effects of continuous positive airway pressure: a randomized, controlled cross-over study. *Eur Heart J* 2006;27:1106-13.