

An Evaluation Protocol of the Upper Airway for Pediatric Patients with Stridor or Extubation Failure

Jun Oh Park¹, Woori Park¹, Jungkyu Cho¹, Joongbum Cho², Jin Kyoung Kim³, and Han-Sin Jeong¹

¹Departments of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, ²Pediatrics, ³Anesthesiology and Pain Medicine, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

기관 삽관 발거 실패 또는 심한 천명을 호소하는 호흡 곤란 소아 환자에 대한 상기도 평가 프로토콜

박준오¹ · 박우리¹ · 조정규¹ · 조중범² · 김진경³ · 정한신¹

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후-두경부외과학교실,¹ 소아청소년과학교실,² 마취통증의학과학교실³

Received April 14, 2015

Revised June 15, 2015

Accepted June 26, 2015

Address for correspondence

Han-Sin Jeong, MD, PhD
Department of Otorhinolaryngology-
Head and Neck Surgery,
Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University
School of Medicine,
81 Irwon-ro, Gangnam-gu,
Seoul 06351, Korea
Tel +82-2-3410-3579
Fax +82-2-3410-3879
E-mail hansin.jeong@gmail.com

Background and Objectives Adequate evaluation of the upper airway is critical in the management of pediatric patients with stridor or extubation failure. For this purpose, we designed an evaluation protocol of the upper airway for these patients, in collaboration with Dept. of Pediatrics, Intensive care team and Anesthesiology. Here we present the clinical results of our evaluation protocol and provide information about the etiology and management of the upper airway problems.

Subjects and Method Clinical data of 380 pediatric patients (M:F=231:149) having airway evaluation for their problems (stridor or extubation failure) were retrospectively analyzed. Among them, patients of age less than 3 months ranked first (30.0%). Comorbidities of pulmonary diseases (30.8%) and cardiovascular diseases (29.5%) were found. The pre and post-evaluation diagnosis, management and prognosis were evaluated and the usefulness of an airway evaluation protocol was discussed.

Results Frequent pre-evaluation diagnoses were subglottic stenosis (55.2%), laryngomalacia (12.6%) and tracheal stenosis (9.2%) and these were changed to subglottic stenosis (44.5%), laryngomalacia (9.7%), tracheal stenosis (6.6%) and no abnormality (14.5%). Particularly, 50% of pre-diagnosis laryngomalacia, 25% of subglottic stenosis and 37% of tracheal stenosis were corrected to other causes by airway evaluation. The procedures were exam only (41.6%), endoscopic dilatation (20.8%) and tracheostomy (17.9%). In 190 out of 380 (50.0%), extubation was successful, but 151 patients (39.7%) had tracheostomy tube.

Conclusion Adequate evaluation of the upper airway in pediatric patients with stridor or extubation failure can facilitate the diagnosis and management of their problems.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2016;59(1):35-40

Key Words Evaluation · Extubation failure · Pediatrics · Stridor · Upper airway.

서 론

현대 신생아학(modern neonatology)과 소아중환자의학(pediatric intensive care medicine)의 발전은 전체 신생아 생존율을 향상시켰고, 또한 저체중아, 조산아, 미성숙 신생아 및 선천성 기형을 가진 환자의 생존 가능성을 크게 증가시켰다. 하지만 이러한 신생아들은 상기도의 구조적, 기능적 이상으로

기관 삽관(intubation)이 필요한 경우가 많고 이로 인해 발관에 실패하거나 발관 후에 천명음(stridor)을 보이는 경우가 증가하고 있다.¹⁻⁴⁾

천명음이란 큰 기도의 좁아진 부분을 공기가 통과하면서 만드는 빠른 난기류로 인해 생성되는 고음의 소리이다. 선천적인 후두 천명음의 가장 흔한 원인으로는 후두 연화증(laryngomalacia)이며, 천명음 원인의 22~81% 정도를 차지한다고 알

려져 있다.^{1,5,6)} 이외에도 양측 성대 마비 또는 기도 연화증(tracheomalacia) 등도 중요한 원인으로 발표된 바 있다.^{7,8)}

선천적 또는 장기간의 기관 삽관 후 후천적 성문 하부 협착(subglottic stenosis)이 흔히 발생할 수 있다. 운상 연골에 의해 둘러싸여 있는 성문 하부는 신생아에서 직경이 5~7 mm 정도 되는 기관의 가장 좁은 부위이다.^{9,10)} 성문 하부의 직경이 4 mm보다 좁아지면 성문 하부 협착 증상이 나타날 수 있는데, 성문 하부는 느슨한 결합 조직으로 쌓여 있기 때문에 염증이나 외상에 의해 쉽게 부종이 생길 수 있다. 직경이 1 mm 좁아질 때 면적은 25%가 줄어들며 Poiseuille's 법칙에 따르면 기도 저항은 16배로 증가한다.⁹⁾ 장기간의 기관 삽관에 의해 발생한 압력은 성문 하부 점막의 괴사를 유발하고 결과적으로 발관(extubation) 후에도 성문 하부 협착을 유발하게 된다.¹¹⁻¹³⁾

위와 같이 다양한 원인에 의하여, 호흡 시 천명음을 보이거나 기관 발관에 실패하였을 때 상기도에 대한 적절한 평가와 이에 근거한 치료 방법의 선택은 신생아 및 소아 호흡기 관리(respiratory care)에서 매우 중요한 임상 문제이다.

일반적으로 환아가 자발적 호흡을 하고 있는 동안 굴곡형 내시경을 이용하여 상기도를 평가할 수 있으나,¹⁴⁻¹⁶⁾ 호흡 부전

(respiratory failure) 등의 위험 상황에 대한 충분한 준비가 필요하다. 이에 본 기관에서는 자세 변화로 호전되지 않는 천명음을 가진 환아 또는 기관 삽관 제거가 실패한 환아에 대하여, 소아 기도(airway)전문 이비인후과 의사, 소아 중환자의학 전문의, 소아 마취 전문의로 이루어진 팀을 통하여 수술실에서 전신 마취하에 상기도를 평가하는 프로토콜을 디자인하였다(Fig. 1).

본 연구에서는 천명이나 발관 실패로 본 상기도 평가 프로토콜에 따라 진단 및 치료를 시행받은 환아들의 의무 기록을 분석하여 본 프로토콜의 유용성을 확인하고 소아 상기도 문제의 병인과 예후를 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

대상 환자의 선택

2005년 7월부터 2014년 11월까지 천명음을 보이거나 기관 발관에 실패하여 본원에서 만든 상기도 평가 프로토콜에 따라서 상기도 평가를 시행한, 동반 기저 질환으로 협조가 어려운 18세 이하 환아를 대상으로 하였다. 수술 전과 후의 진단명, 동반된 신경계, 호흡기 또는 순환기 질환의 여부, 치료 결과 등에 대해서 후향적으로 의무 기록 분석을 시행하였다. 본 후향적 연구는 연구 시작 이전에 기관윤리심의위원회의 승인을 받았으며 동의서는 면제되었다.

상기도 평가 프로토콜

상기도 평가 프로토콜은 다음과 같이 5단계로 이루어져 있다(Fig. 1).

1) 자세 변화에 의하여 호전되지 않는 천명을 보이거나 기관 발관에 실패한 환아들에 대해서 수술장에서 생체 징후를 감시하며 전신 마취하에 기관 삽관을 먼저 시행한다. 특히 기계적 환기나 기관 삽관이 어려울 것으로 생각되는 환아에 있어서는 미국마취과의사협회(American Society of Anesthesiologists)의 기도 확보 알고리즘(difficult airway algorithm)을 고려하였다.¹⁷⁾

2) 다음, 전신 마취하에서 구강부터 기도까지 구조적 문제가 있는지 기관 튜브를 빼고 내시경(d=2.7 or 4 mm, 0° endoscope, length=317 mm; Richard Wolf, Vernon Hills, IL, USA)을 이용하여 평가한다(apneic technique).

3) 이후 깊은 수면하에 근이완제의 효과를 줄이면서 자가 호흡을 회복시켜서 성대의 움직임(성대 마비 여부)과 후두 연화증 여부를 확인한다.

4) 이상의 진단 과정을 통하여 얻어진 진단에 대하여 적절한 한 조치/치료를 결정하고 시행한다.

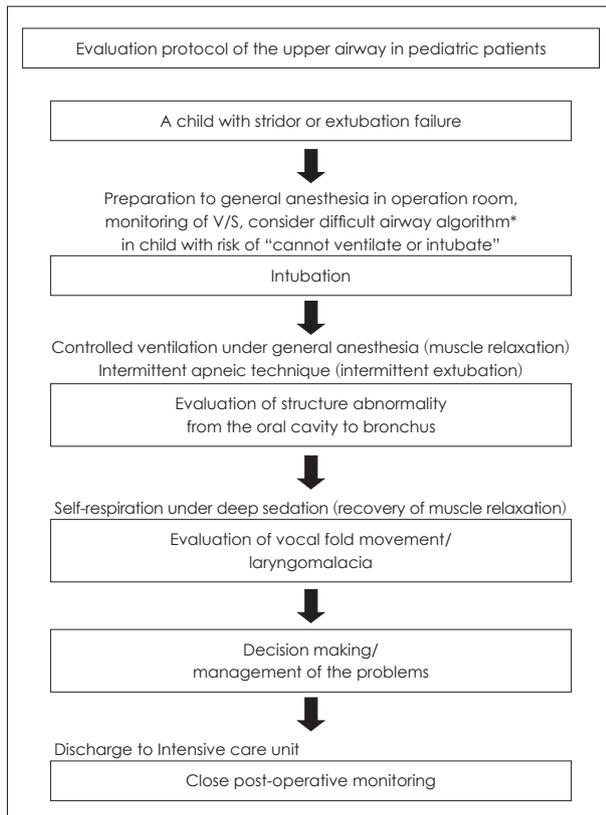


Fig. 1. Evaluation protocol of the upper airway in symptomatic children with stridor. *Difficult airway algorithm: Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the american society of anesthesiologists task force on management of the difficult airway. Anesthesiology 2003;98(5):1269-77.¹⁷⁾

5) 상기도 평가 후 소아중환자실로 퇴실하여 일정기간 지속적 환자 상태 감시를 시행한다.

후향적 자료의 분석

해당 연구 기간 동안 총 380예의 상기도 평가가 시행되었으며, 평균 연령은 2.6세였고 남아가 231예, 여아가 149예였다. 연령 분포를 보면, 3개월 이하가 114예(30.0%), 3개월에서 6개월 사이가 35예(9.2%), 3~12개월이 33예(8.7%), 1~2세가 74예(19.5%), 3~5세가 55예(14.5%), 5세 이상이 69예(18.2%)였다. 동반된 질환(전체 예의 58.6%)으로는, 기관지 폐 이행성증(dysplasia) 등의 호흡기 질환이 동반된 경우가 117예(30.8%), 동맥관 개존증 등 순환기 질환이 동반된 경우가 112예(29.5%), 저산소 뇌 손상이나 뇌성 마비 등 신경계 질환이 동반된 경우가 50예(13.2%)에서 있었다. 각 상기도 평가에 대하여 평가 전 진단, 평가 후 진단을 비교하여 상기도 평가에 의한 진단의 변화를 평가하였다.

또한, 수술 후 결과는 환자의 기도 상태와 예후를 기준으로 평가하였다. 기도 상태는 수술 후 문제 없이 발관, 삼관 유지 혹은 발관 후 재삼관, 기관 절개술 시행 또는 유지로 분류하였고 예후는 지속적인 병원 치료, 퇴원, 전원, 사망, 재수술로 분류하였다.

결 과

진 단

총 380예를 후향적으로 분석한 결과 23가지의 진단이 내려졌고 빈도 및 중요성에 따라 10개로 분류하였다. 수술 전 의심되었던 질환으로는 성문 하부 협착이 210예로 가장 많았고 다음으로 후두 연화증(48예), 기도 협착(35예) 등의 순서로 나타

Table 1. Clinical diagnosis before airway evaluation

	n (%)
Subglottic stenosis	210 (55.3)
Laryngomalacia	48 (12.6)
Tracheal stenosis	35 (9.2)
Airway compression by mass	9 (2.4)
Granulation	9 (2.4)
Laryngeal cleft	7 (1.8)
Vocal cord palsy	6 (1.6)
Tracheomalacia	6 (1.6)
Unknown*	6 (1.6)
Laryngeal web	1 (0.3)
Otherst	43 (11.3)
Total	380 (100)

*no specific etiology presumed, †papilloma, adenotonsillar hypertrophy, foreign body, branchial cleft cyst

났다(Table 1). 상기도 평가 후 교정된 진단명으로는 성문 하부 협착이 169예로 가장 많았고 다음으로 특이 소견이 발견되지 않은 경우가 55예, 후두 연화증 37예, 기도 협착 25예 순이었으며, 육아종(granulation), 성대 마비, 종양에 의한 상기도 압박, 기도 연화증, 후두열(laryngeal cleft), 후두막증(laryngeal web), 상기도 유두종(papilloma), 이물질, 아데노이드 및 편도 비대 등이 진단되었다(Table 2). 또한, 28예의 경우에는 주요 병인 외에 추가적인 문제가 발견되었다. 기도 평가 전 의심되었던 질환이 확인되거나 환자의 증상에 가장 영향을 미치는 병인을 주요 병인으로 정의하였고 이외에 발견된 구조적 기능적 상기도 문제를 추가적인 병인으로 간주하였다. 가장 흔한 경우는 성문 하부 협착, 기도 협착이 동반된 경우였고 후두 및 기도 연화증, 기타 질환 들이 포함되었다.

상기도 평가에 의한 진단의 변경

대표적인 병인에 대하여 상기도 평가 전 의심되었던 질환과 평가 후의 진단을 비교해 보면, 성문 하부 협착은 의심되었던 210예 중 158예에서 성문 하부 협착으로 확인되었고 21예는 특이 소견이 없었으며 9예는 후두 연화증, 5예는 육아종, 3예는 기도 협착, 2예는 각각 성대 마비, 성대막증, 1예는 기도 연화증으로 진단이 변경되었다. 후두 연화증이 의심되었던 48예

Table 2. Final diagnosis through airway evaluation

Total, n=380	n	%
Subglottic stenosis	169	44.8
Normal*	55	14.5
Laryngomalacia	37	9.7
Tracheal stenosis	25	6.6
Granulation	14	3.7
Vocal cord palsy	11	2.9
Tracheomalacia	7	1.8
Airway compression by mass	6	1.6
Laryngeal cleft	4	1.1
Laryngeal web	2	0.5
Otherst	50	13.2
Additional airway lesions (n=28, 7.4%)		
Subglottic stenosis	7	
Tracheal stenosis	6	
Laryngomalacia	3	
Tracheomalacia	3	
Glottic stenosis	3	
Vocal cord palsy	2	
Laryngeal web	2	
Respiratory papilloma	2	
Laryngeal web	2	

*no specific etiology found, †papilloma, adenotonsillar hypertrophy, foreign body, branchial cleft cyst

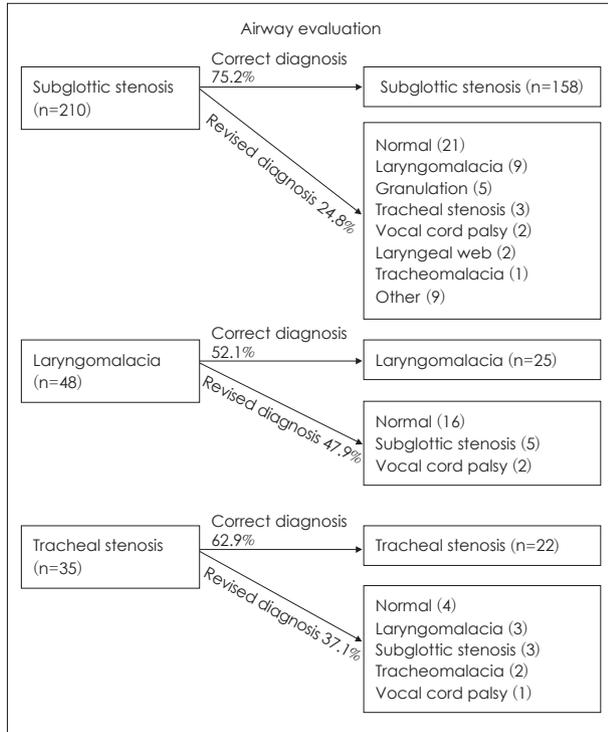


Fig. 2. Change of diagnosis through airway evaluation.

Table 3. Procedures during airway evaluation for causative etiologies of stridor or extubation failure

	n (%)
Evaluation alone	158 (41.6)
Endoscopic dilatation (Balloon or bouge)	79 (20.8)
Tracheostomy or tracheo-stomoplasty	68 (17.9)
Removal of granulation or shaving	56 (14.7)
Open framework surgery	14 (3.7)
Others*	5 (1.3)
Total	380 (100)

*adenotonsillectomy, mitomycin-C application, removal of foreign body

중 25예에서만 후두 연화증으로 확인되었고, 기도 협착은 의심되었던 35예 중 22예가 기도 협착증으로 진단되었다(Fig. 2). 다시 정리하면, 기도 평가 전 성문 하부 협착이 의심되었던 경우 24.8%에서 다른 병인으로 확인되었으며, 후두 연화증 진단의 47.9%, 기도 협착 진단의 37.1%가 진단이 변경되었다.

처치

상기도 평가 과정에서 검진만 시행하고 종료한 경우가 158예, 내시경하에서 협착 부위에 대하여 확장술을 시행한 경우가 79예(풍선 확장술 23예, 부지(bougie) 확장술 56예), 기관 절개술 및 기관 절개술 관련 처리가 68예, 육아 조직 절제 및 제거가 56예에서 행하여졌다. 기도 평가 후 외부 절개를 별도로 시행한 후 후두 골격 수술 시행한 경우도 14예에서 있었으

Table 4. Outcomes and prognosis in pediatric patients with stridor or extubation failure, undergoing airway evaluation

Outcomes of airway evaluation	n	%
Successful extubation	190	50.0
Tracheostomy	151	39.7
Re-intubation with additional procedures	39	10.3
Prognosis of the subjects		
Successful discharge to home	259	68.2
Need additional procedures	66	17.4
Hospital care	47	12.4
Refer to other hospital	4	1.1
Death	4	1.1

며, 편도 절제술 혹은 마이토마이신-C 적용, 이물질 제거 등의 처치도 5예에서 시행되었다(Table 3). 본 상기도 평가 프로토콜 수행 과정에서 직접적인 합병증 발생 또는 사망의 경우는 발견되지 않았으며, 모든 경우에서 호전 또는 평가 전의 상태로 회복 가능하였다.

상기도 평가 후의 임상 경과 및 예후

상기도 평가 후 190예에서는 발관 후에 정상적인 호흡 및 상기도 기능을 유지할 수 있었으나, 151예에서는 기관 절개술을 시행하였다. 또한, 39예에서는 삽관을 유지하거나 발관 후 재삽관(re-intubation)하였고 2차적인 시술을 필요로 하였다(Table 4). 해당 환자의 예후를 보면, 68.2%에서 퇴원이 가능하였으나, 약 30%의 환자에서는 병원 치료를 지속하거나 재수술을 시행하였다. 또한, 기저 질환의 악화로 사망한 경우도 4예에서 발견되었다.

고찰

본 연구는 자세 변화로 호전되지 않는 천명이나 발관 실패 소아 환자에 대하여 체계적이고 안전한 상기도 평가 프로토콜을 제시하고자 하였으며, 단일 기관에 국한된 제한적인 경험이지만 소아 상기도 문제의 병인과 예후를 알아보하고자 하였다. 본 연구 결과, 주요 병인으로는 대부분의 다른 연구에서 빈도가 가장 높은 것으로 보고되었던 후두 연화증보다 성문 하부 협착이 많은 것이 관찰되었다.^{1,5,6,16,18)} 이러한 차이의 원인으로서는 최근 신생아 집중 치료(neonatal intensive care)의 발전 및 본 기관의 경우 3차 의뢰 기관이라는 특수성을 고려할 수 있겠다. 신생아 치료의 발전은 미숙아 및 조산아의 생존 가능성을 향상시켰고 이에 따라 기관 삽관과 호흡기 치료를 하는 경우가 증가하였다.^{19,20)} 따라서, 장기간의 삽관 또는 선천적인 성문 하부 협착이 증가하는 경향을 보이는 것으로 생각된다. 또한, 본원의 경우 굴곡형 내시경으로 진단 가능한 후두

연화증과 성문 상부의 병변은 진단이 확인되어 의뢰가 적은 반면 굴곡형 내시경 진단이 어려운 기타 구조적 이상이 많이 의뢰되는 특성이 있다.²¹⁻²³⁾ 이외에도 다른 선천성 기형이 동반된 환자의 복합적 치료를 위하여 의뢰되는 경우 역시 많은 편이었다.⁶⁾ 본 연구 결과에서 알 수 있듯이 다른 호흡기, 순환기, 신경계 동반 질환을 가진 경우가 대상 환자의 60% 정도를 차지하고 있었다. 따라서, 이러한 병원 특성으로 인하여 본 연구 결과에서는 성문 하부 협착이 가장 흔한 원인으로 관찰되었다고 생각할 수 있겠다.²⁴⁾ 또한 동반 질환으로 인해 상기도 평가상 구조적으로 특이 소견이 없더라도 기능적인 문제(운상인두 기능부전, 반복적인 흡인, 성대이상운동 등)로 호흡 장애가 발생하여 기관 발관을 실패하는 아이들이 많은 것으로 생각된다.

이러한 임상 경험을 바탕으로 본 기관에서는 소아 상기도 평가 프로토콜을 디자인하였다(Fig. 1). 기존의 여러 연구에서 호흡 곤란 환자의 일차 평가로서 굴곡형 내시경 검진을 제안하고 있으나,²⁵⁻²⁸⁾ 본 소아 상기도 평가 프로토콜의 경우 먼저 기도 확보 알고리즘(difficult airway algorithm)에 맞게 기관 삽관을 통한 기도 확보를 진행하였다.¹⁷⁾ 이러한 이유로는 앞에서 제시한 바와 같이 상기도의 구조적 이상이 있는 경우가 흔하며, 굴곡형 내시경 검진 시에 드물지만 발생 가능한 호흡 부전(respiratory failure)을 방지할 수 있기 때문이다.²⁹⁾ 그 결과로 본 소아 상기도 평가 프로토콜에 따르는 합병증 발생을 완전히 피할 수 있었다. 일반적으로 후두 내시경(flexible nasolaryngo-pharyngoscope)을 먼저 사용하지만, 본 대상 환자의 경우 여러 동반 질환으로 인하여 기관 삽관을 필요로 하는 경우가 많았기 때문에, 후두 내시경을 일차적으로 선택할 수 없는 경우가 많았다. 또한, 본원 의뢰 시 이미 기관 삽관을 가지고 있었거나 심한 호흡 곤란 증상으로 즉시 기관 삽관을 한 경우가 많아서 후두 내시경을 시행하기 어려운 경우가 많았다. 또한 추가로 동반된 상기도 문제들이 소아 상기도의 평가 및 처리를 어렵게 만들 수 있다.^{16,30,31)} 본 연구에서도 28예에서 주요 병인 외에 추가적인 문제가 있었다. 가장 흔한 경우는 성문 하부 및 기도 협착이 동반된 경우였으며, 이러한 추가적인 질환들은 면역적, 신경학적으로 미성숙한 미숙아나 만성적인 문제로 장기간 치료받으면서 추가적으로 발생한 경우가 많았다. 이 경우 주요 병인에 대한 적절한 처치와 더불어 추가 병인에 대한 치료를 고려하여야 할 것이다.³²⁾

본 기관에서 디자인한 소아 상기도 평가 프로토콜은 전체적으로 약 30%에서 평가 전 진단을 수정하였다. 평가 전 진단은 대부분 임상적 추정에 기초한 진단이며 소아과에서 기관 삽관을 하면서 관찰하거나 환자의 영상 검사와 임상적 증상을 고려하여 추정한 진단이어서, 전신 마취하에 정확한 상기도 평가로 진단명이 수정되는 경우가 많았다. 또한 이전 상기도

도 평가 때 진단된 후에 병의 경과를 위해 추가 시행하는 경우가 있어 진단되어 있는 경우가 있었다. 특히 주목할 점은 후두 연화증으로 임상 진단한 경우 약 50%에서 다른 진단으로 변경된 점이다. 즉, 후두 상부만을 관찰함으로써 주요 병인이 되는 후두 하부 및 기도의 병변을 간과할 가능성이 높은 것으로 생각된다. 따라서, 임상 증상의 경과 및 변화를 잘 평가하여 다른 질환이 의심되거나 상기도 평가가 필요한 경우 지체 없이 소아 상기도 평가를 시행하는 것이 진단 및 치료의 지연을 방지할 수 있는 방법이라고 판단된다. 이외에도 임상적 성문 하부 협착, 기도 협착의 경우 소아 상기도 평가가 없었다면 약 20~30%의 잘못된 진단 가능성이 있음을 염두에 두어야 한다. 요약하면, 적절한 시기에 소아 상기도 평가를 진행하는 것은 호흡 곤란 환자의 진단과 치료에서 매우 중요한 역할을 담당한다고 할 수 있겠다.

본 소아 상기도 평가 후 질병의 경과 및 예후는 주로 환자의 기저 질환에 좌우되는 것으로 보인다. 약 반수에서는 성공적인 기관 튜브의 발관을 할 수 있었으나 약 40%에서는 기관 절개술을 시행할 수밖에 없었고, 70% 정도에서는 퇴원 가능하였으나 나머지는 지속적인 병원 치료가 필요하였다. 비록, 질병의 경과와 예후는 환자의 기저 질환에 크게 영향을 받으나, 상기도 문제에 대한 적시의 진단, 처치를 위하여 본 상기도 평가 프로토콜은 그 임상적 유용성을 가지고 있다고 생각된다.

REFERENCES

- 1) Zoumalan R, Maddalozzo J, Holinger LD. Etiology of stridor in infants. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2007;116(5):329-34.
- 2) Zalzal GH. Pediatric stridor and airway compromise. *J Med Liban* 1994;42(4):221-6.
- 3) Yee-Hang WB, Theresa H, So-Lun L, Wai-Kuen H, Ignace WW. Stridor in asian infants: assessment and treatment. *ISRN Otolaryngol* 2012;2012:915910.
- 4) Friedberg J. An approach to stridor in infants and children. *J Otolaryngol* 1987;16(4):203-6.
- 5) Levitan R, Ochroch EA. Airway management and direct laryngoscopy. A review and update. *Crit Care Clin* 2000;16(3):373-88, v.
- 6) Holinger LD. Etiology of stridor in the neonate, infant and child. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1980;89(5 Pt 1):397-400.
- 7) Berkowitz RG. Neonatal upper airway assessment by awake flexible laryngoscopy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998;107(1):75-80.
- 8) Altman KW, Wetmore RF, Marsh RR. Congenital airway abnormalities requiring tracheotomy: a profile of 56 patients and their diagnoses over a 9 year period. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1997;41(2):199-206.
- 9) Fearon B, Whalen JS. Tracheal dimensions in the living infant (preliminary report). *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1967;76(5):965-74.
- 10) Benjamin B. Prolonged intubation injuries of the larynx: endoscopic diagnosis, classification, and treatment. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1993;160:1-15.
- 11) Duynstee ML, de Krijger RR, Monnier P, Verwoerd CD, Verwoerd-Verhoef HL. Subglottic stenosis after endolaryngeal intubation in infants and children: result of wound healing processes. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;62(1):1-9.
- 12) Gould SJ. The pathology of neonatal endotracheal intubation and its relationship to subglottic stenosis. *J Laryngol Otol Suppl* 1988;17:3-7.

- 13) Hawkins DB. Pathogenesis of subglottic stenosis from endotracheal intubation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1987;96(1 Pt 1):116-7.
- 14) Boudewyns A, Claes J, Van de Heyning P. Clinical practice: an approach to stridor in infants and children. *Eur J Pediatr* 2010;169(2):135-41.
- 15) Moumoulidis I, Gray RF, Wilson T. Outpatient fibre-optic laryngoscopy for stridor in children and infants. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2005;262(3):204-7.
- 16) Erdem E, Gokdemir Y, Unal F, Ersu R, Karadag B, Karakoc F. Flexible bronchoscopy as a valuable tool in the evaluation of infants with stridor. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2013;270(1):21-5.
- 17) American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. Practice guidelines for management of the difficult airway: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology* 2003;98(5):1269-77.
- 18) Nussbaum E, Maggi JC. Laryngomalacia in children. *Chest* 1990;98(4):942-4.
- 19) Bigelow AM, Gothard MD, Schwartz HP, Bigham MT. Intubation in pediatric/neonatal critical care transport: national performance. *Prehosp Emerg Care* 2015;19(3):351-7.
- 20) Noblett KE, Meibalane R. Respiratory care practitioners as primary providers of neonatal intubation in a community hospital: an analysis. *Respir Care* 1995;40(10):1063-7.
- 21) Woo HY, Yoo YS, Lee JY, Kim YM. Congenital epiglottic cysts. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1999;42(6):788-90.
- 22) Kim DE, Kim EH, Jung HR, Ahn BH. Two cases of congenital vallecular cyst with respiratory distress and feeding problems in young infant. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2011;54(9):646-9.
- 23) Park HM, Chung PS, Jang YJ, Kim JK. A case of laser microsurgical management in severe laryngomalacia. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 1997;40(10):1467-70.
- 24) Denoyelle F, Garabedian EN, Roger G, Tashjian G. Laryngeal dyskinesia as a cause of stridor in infants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1996;122(6):612-6.
- 25) Manna SS, Durward A, Moganasundram S, Tibby SM, Murdoch IA. Retrospective evaluation of a paediatric intensivist-led flexible bronchoscopy service. *Intensive Care Med* 2006;32(12):2026-33.
- 26) Gerritsen J. Flexible bronchoscopy in children: an open airway. *Eur Respir J* 2003;22(4):576-7.
- 27) Kuo CH, Niu CK, Yu HR, Chung MY, Hwang CF, Hwang KP. Applications of flexible bronchoscopy in infants with congenital vocal cord paralysis: a 12-year experience. *Pediatr Neonatol* 2008;49(5):183-8.
- 28) O'Sullivan BP, Finger L, Zwerdling RG. Use of nasopharyngoscopy in the evaluation of children with noisy breathing. *Chest* 2004;125(4):1265-9.
- 29) Chhajed PN, Glanville AR. Management of hypoxemia during flexible bronchoscopy. *Clin Chest Med* 2003;24(3):511-6.
- 30) Yuen HW, Tan HK, Balakrishnan A. Synchronous airway lesions and associated anomalies in children with laryngomalacia evaluated with rigid endoscopy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006;70(10):1779-84.
- 31) Dickson JM, Richter GT, Meinzen-Derr J, Rutter MJ, Thompson DM. Secondary airway lesions in infants with laryngomalacia. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2009;118(1):37-43.
- 32) Song JJ, Lim YS, Kwon SK, Hah JH, Ahn SH, Sung MW, et al. Management of pediatric airway stenosis using cold instruments and mitomycin-C. *Korean J Otolaryngol-Head Neck Surg* 2004;47(11):1164-8.