



Management of Pediatric Laryngotracheal Stenosis

Yoon Se Lee

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

소아 후두기관 협착의 치료

이윤세

울산대학교 의과대학 이비인후과학교실

Pediatric laryngotracheal stenosis occurs by either congenital or acquired causes and usually indicates subglottic stenosis. The main goals of treatment are decannulation, preserving phonation, and normal swallowing function. Various types and degrees of stenosis and combined anomalies would be the main barriers to reaching successful treatment results unless comprehensive understanding of stenosis. Multidisciplinary team approaches encompassing initial assessment, treatment, and postoperative care, are also necessary to achieve the best treatment outcome. Therapeutic approaches are divided into conservative, endoscopic, and open surgical approaches at length, which are not exclusive to each other. Here, an adequate selection of each therapeutic option and postoperative management will be introduced to achieve decannulation without leaving phonatory or swallowing complications.

Keywords Larynx; Trachea; Stenosis; Endoscope; Dilatation; Reconstruction; Resection.

Received September 27, 2022
Revised November 15, 2022
Accepted November 23, 2022

Corresponding Author

Yoon Se Lee, MD, PhD
 Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 88 Olympic-ro 43-gil, Songpa-gu, Seoul 05505, Korea
Tel +82-2-3010-3710
Fax +82-2-489-2773
E-mail yselee@amc.seoul.kr

ORCID iD

Yoon Se Lee
<https://orcid.org/0000-0001-6534-5753>

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>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

소아 기도협착은 대부분 성문 하부에 발생하기 때문에 성문하 협착이라는 용어와 기도협착이라는 용어를 같이 사용하는 경우가 많다. 성문하 협착은 영어에서 두번째로 흔한 천명(stridor)의 원인이며 1세 이하에서 기관절개술을 시행하는 가장 흔한 원인이다 [1,2]. 정상적인 신생아에서 성문하부의 직경은 4.5-5.5 mm 정도이며, 조산(preterm)으로 태어난 환자의 성문하부의 직경이 3.5 mm인 점을 감안해서 정의한다면, 만삭의 경우 4 mm 이하, 조산의 경우 3 mm 이하일 때 성문하부에 협착이 있다고 정의한다[3]. 실제 임상에서는 대부분 환자들이 호흡곤란과 삼관 실패와 같은 이유로 의뢰되기 때문에 정확한 크기보다는 환자에게 미치는 영향을 고려하여 진단한다.

소아 기도협착의 원인은 크게 선천적인 원인과 후천적인 원인으로 나눌 수 있다. 선천적 협착의 원인으로는 특발성으로 발생하는 경우도 많지만, 양측 성대마비를 제외하고 대부분 다른 동반된 기형과 같이 발생하는 경우가 많다. 대표적으로 선천성 상기도 폐쇄 증후군(congenital high airway obstruction syndrome), CHARGE 증후군, 기타 안면부 기형이 원인이며, 두경부 영역의 종양으로 인해 기도를 압박해서 발생하는 경우로 혈관 및 림프기형, 기형종 등이 원인이다. 선천성 기도폐쇄가 있을 때 출산시 기도자

체를 즉시 확장시키기 보다는 기관절개술을 우선 시행하여 기도를 확보한 뒤, 환아의 전신적인 성장과 건강상태를 고려해서 교정 여부를 결정한다. 후천적인 원인으로는 대부분 장기간 또는 부적절한 관리를 받은 기관 삼관이 대표적이고, 기관절개관을 장기간 유지하여 기관누공상부의 협착(suprastomal stenosis)이 발생할 수 있다. 과거에는 주로 만성 염증성 질환(결핵, 매독, 자가면역질환)이 기도 폐쇄의 원인이었지만, 최근에는 조산이나 동반기형으로 인해 중환자실에서 삼관을 장기간 유지하여 발생하는 협착이 더 많다[4]. 산전초음파와 중환자의학의 발달로 인해 최근의 환자들이 과거보다 더 어렵고 작으며, 동반된 의학적 문제로 인해 치료를 요하는 경우가 증가하고 있다. 또한 후천적 협착이 선천적인 협착보다 심한 경우가 많기 때문에 다학제적인 접근이 필요하다. 기도협착의 원인은 다양하지만 이번에는 성문하 협착을 위주로 치료에 대한 기본개념을 정리하고, 환자를 치료하고 보호자와 상의하는데 도움이 되도록 하였다.

본 론

해부학적인 특징과 평가

소아와 성인의 후두 및 기도의 차이는 다음과 같다(Table 1). 후두뿔개가 둥글고 짧으며 느슨하고 피열연골이 하방으로 처져있기 때문에 기관연화증이 발생할 수 있다. 성문부는 연골이 차지하는 비중이 상대적으로 크기 때문에 협착의 원인으로 작용될 수 있다. 전반적인 기도의 모양이 성인은 원통형인 것과 달리 소아는 깔대기 모양인데 성문하부에 위치한 운상연골 부위가 이러한 깔대기 모양의 가장 좁은 지역으로 구성되고 있다. 기도를 원통이라 가정했을 때 반지름의 4제곱에 기도의 저항이 반비례하기 때문에 상대적으로 내경이 작은 소아의 기도가 작을 수록 협착의 정도에 더 많이 영향을 받게

된다[5]. 그러므로 운상연골 부위에서 경한 협착이 발생하더라도 전반적으로 공기의 흐름에 영향을 많이 받게되어 호흡곤란이 발생한다. 소아에게 호흡곤란이 있을 경우 이비인후과 의사는 후두내시경을 이용하여 기도의 협착 유무를 파악하도록 하는데, 기존의 후두내시경을 이용하여 성문하부보다 더 하방에 위치한 기관의 협착을 파악하기 어렵다. 후두부에 이상소견이 없을 경우 소아과와 협의하여 기관지 내시경을 사용하거나, 전신마취하에서 현수후두경과 내시경을 이용하여 기관분기부(carina)까지 환아의 기도를 평가하여 치료한다. 호흡곤란을 가진 환자를 평가할 때 삼관없이 전신마취하에 이비인후과 의사가 후두와 기관을 평가하고, 소아호흡기 의사가 기관과 기관지를 평가하고, 필요에 따라서 식도내시경을 같이 관찰하는 방법이 환자의 상부 호흡기 및 소화기를 가장 정확하게 판단할 수 있을 것으로 생각되지만, 우리나라 의료 환경에서는 쉽지 않은 방법이다[6].

이렇게 확인된 협착부위를 기술할 때 성문하부의 협착 정도는 주로 Cotton-Myer grading 체계를 사용한다(Fig. 1). 이외에도 협착의 해부학적 발생부위와 협착의 모양, 상하 길이 및 정도를 기술하여 완전 교정을 위한 수술을 계획할때 고려한다. 그리고 내시경 외에도 CT, MRI를 사용하여 동반된 상부 호흡기 및 소화기 질환이 있는지 확인하고 호흡과 연하 능력을 평가하여, 수술 후 기도를 확보한 상태에서 환자의 호흡과 연하 능력이 유지될 수 있는지 평가한다. CT를 통해 기도(airway)의 전반적인 모습을 확인할 수 있는 장점이 있으며, 삼차원적 재구성(3-dimensional reconstruction)을 할 경우에 기도의 형태를 시각화하기 좋다. 하지만 후두 및 기관이 해부학적으로 복잡한 기형이 보이지 않을 경우에 주로 유용하다는 점과, 현수후두경을 시행할때 협착부위를 확인하고 동시에 중재적 수술을 결정하고 시행할 수 있다는 장점을 고려하면, CT는 다른 동반 기형 여부를 확인하는데 보조적으로

Table 1. Differences of the larynx between infant and adult

	Infant	Adult
Larynx level	Opposite 2nd and 3rd C-spine	Opposite 4th and 5th C-spine
Thyroid cartilage shape	Flat	Angled
Hyoid/thyroid separation	Very close	Further apart
Head shape	Pronounced occiput	Flatter
Epiglottis	“U”shaped, short, floppy	Spade
Glottis	1/2 cartilage	1/4 cartilage
Arytenoid	Inclined inferiorly, relatively larger (50% of AP; cover significant posterior part of the glottis)	Horizontal, 20% of AP length
Vocal cords	Concave, angled	Horizontal, narrowest
Cricoid cartilage	Funnel, narrowest V-shape	Vertical
Consistency of cartilage	Soft	Firm

AP, anterior-posterior

이용되고 있다[7,8]. 일부에서 위산역류를 평가하도록 권장하고 있지만 심각한 반복적인 역류로 인한 흡인이 발생하지 않는 이상 치료에 큰 영향을 주지 않을 것으로 생각된다. 외래에서 주기적으로 협착의 진행 정도만 관찰할 경우에는 간단한 경부 X-ray(전후, 측면)를 통해 협착의 변화를 파악할 수 있다.

치 료

치료를 시작하기 전 치료의 목적을 항상 염두에 두도록 한다. 치료의 일차 목적은 호흡곤란의 해소, 탈관(기관절개관이 있는 경우)이며, 이를 통해 환자의 언어 구사를 통한 의사소통 능력을 발달시키고 정상적인 구강 섭취와 식이를 유지하여, 환자의 건강한 성장과 사회 구성원으로서의 삶을 영위하도록 하는데 있다. 동반된 기형 및 기저질환과 같은 환자의 전신상태와 치료 목적을 고려한다면 적절한 치료 방법을 선택하는데 도움이 된다.

치료 방법은 약물 치료, 수술적 치료로 나눌 수 있다. 수술적 치료는 내시경 수술과 경부절개를 이용한 침습적인 수술로 다시 나눌 수 있다. 진행된 협착의 경우 한가지 방법으로 완전한 치료가 되는 경우가 적기 때문에, 각각의 치료 방법은 서로 배타적인 것이 아니라 상호 보완적인 관계로 모든 치료법에 대한 심도 깊은 이해가 성공적인 치료에 필수적이다[9]. 최근에는 수술 방법을 확장수술(expansion operation), 절제수술(resection operation), 슬라이드 수술(slide operation)로 분류하고 있다[8]. 확장수술은 기도에 절개를 넣어서 연골

이나 패치를 이용하여 기도의 직경을 넓히는 방법이고, 절제수술은 협착부위를 제거하고 건강한 점막끼리 다시 문합하는 방법이다[10]. 슬라이드 수술은 절제수술을 하고 다시 문합할 때 두개의 기도를 평행하게 봉합하여 직경을 넓혀주는 술식이며, 독립된 술식이라고 생각하기 보다는 문합방법의 일종으로 볼 수 있다. 수술 방법의 분류 또한 배타적이지 않으며 서로 보완적으로 사용할 수 있는 술식으로 생각한다.

약물(보전적) 치료

장기간의 삼관 또는 염증성 기도질환으로 인해 협착이 발생한 경우 협착이 가변적이며 이러한 급성 염증기에 적절한 치료를 한다면 협착의 고착화를 방지할 수 있다(Fig. 2A and B). 급성기때 점막은 염증이 발생하여 창백해지거나 부종, 궤양 등 다양한 형태의 소견을 보이다가 반흔화가 발생하여 협착이 고정화 된다. 가피(crust)가 생기는 것을 막고 상처 회복을 위한 습윤을 유지하기 위해 네불라이저(nebulizer)를 사용한다. 네불라이저를 통해 스테로이드, 점막 수축제를 같이 사용하기도 한다. 전신적으로 투여하는 약제로는 항생제, 양성자펌프 억제제(proton pump inhibitor, PPI), 스테로이드, 거담제(mucolytics)가 있으며, PPI가 재협착에 도움이 된다는 보고 이외에는 뚜렷한 효과를 보인다는 증거는 많지 않다[11]. 세균으로 인한 2차 감염으로 연골염, 점막염이 발생할 위험성이 높은 경우 경험적 항생제를 사용하며, 만약 현수현미경(suspension laryngoscope)을 통하거나 객담검사를 통해 균배양 검사를 할 수 있다면 그 결과에 맞게 항생제를 사용한다. 위산이 역류하지 않도록 PPI를 사용한다. 스테로이드는

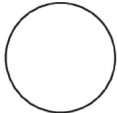
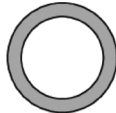




Classification	From	To
Grade I	 No obstruction	 50% obstruction
Grade II	 51% obstruction	 70% obstruction
Grade III	 71% obstruction	 99% obstruction
Grade IV	No detectable lumen	

Fig. 1. Cotton-Myer grade of subglottic stenosis.

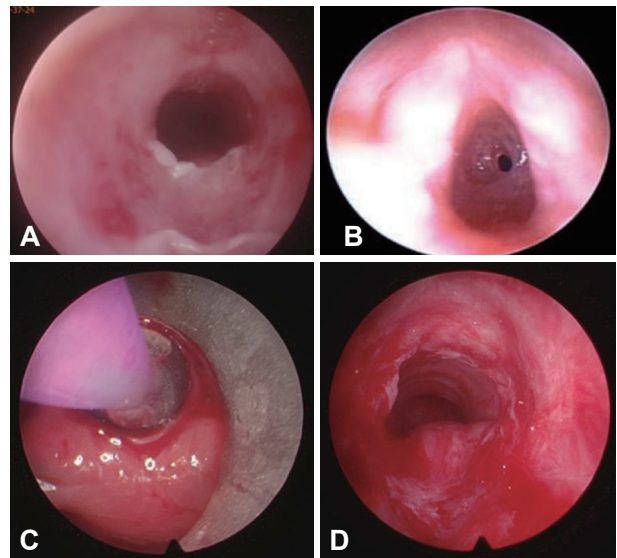


Fig. 2. Subglottic stenosis dilated by balloon laryngoplasty. (A) Acute stage and (B) chronic stage of subglottic stenosis. (C) Balloon dilatation and (D) treatment outcome.

부종이 관찰될 경우 급성기에 사용하며 객담을 조절하기 위해 거담제를 사용한다. 이러한 약제는 대부분 경협을 바탕으로 사용하고 있으며, 이에 대한 연구는 PPI 외에는 많지 않기 때문에 과학적 근거를 마련하기 위한 연구가 필요한 실정이다. 호흡곤란이 있을 경우 비강 캐놀라 또는 마스크를 이용하여 산소공급을 하고 경우에 따라 삽관을 하고 지켜볼 수 있다(laryngeal rest). 삽관한 튜브를 제거하여도 반복적으로 염증이 발생하여 산소요구량이 있고 객담배출까지 어려운 경우에는 발관(extubation)이 실패할 가능성이 크기 때문에 수술적 치료를 고려하도록 한다.

수술적 치료

협착이 즉시 해결되기 어려운 경우 기관절개술을 우선 시행하고 환자의 성장과 급성 염증이 지나도록 기다린다(Fig. 3). 하지만 간단한 내시경적 치료로 성공할 가능성이 높은 경우 즉시 수술을 통하여 협착부위를 개선하도록 한다. 협착의 정도가 심하고 환자의 전신상태가 장기간의 치료를 받기 어려운 상태에서는 기관절개술을 한 뒤 환자의 성장과 전신적 상태가 호전될 때까지 수술 시기를 기다리도록 한다[12].

내시경적 치료

적응증

성공적인 치료를 위해 수평적인 협착 정도보다 협착의 수직적(cephalocaudal) 길이가 더 중요하게 고려되어야 한다. 바늘구멍 정도의 협착이라도 단면이 막일 정도로 얇을 경우 내시경적 확장술의 효과가 좋지만, 수직 길이가 1 cm를 넘어가는 경우 내시경적 확장술은 재협착의 가능성이 높아진다. 내시경적 방법으로 확장시키는 것은 연부조직이 차지하는 부위를 줄여서 기도를 확장시키기 위한 방법이기 때문에, 윤상연골이나 기관연골이 두꺼워서 협착이 발생했다면 내시경적으

로 확장하는데 제한이 있다. 추후에 설명하는 개방적인 수술에 비해 재발률은 높지만 적응증을 잘 확인하고 부가적으로 사용하는 약제와 함께 사용한다면 성공할 확률은 상승한다[13].

시술 방법

현수후두경을 이용하여 후두를 노출시킨다. 이때 기도 폐쇄가 심하여 기관절개관을 하고 있을 경우는 이를 통해 전신마취를 하면 되지만, 호흡곤란이 있는 환자를 위해서는 삽관을 통하거나 고유량 산소유입(high flow oxygen nasal cannula)을 통해 산소공급을 유지하도록 한다. 확장 전 협착부위에 절개선을 넣으면 재협착을 예방할 수도 있다. 미세후두수술용 블레이드나 가위, 겸자를 이용할 수도 있고 레이저(CO₂, KTP)를 이용하여 절개선을 만들 수도 있다. 절개 부위는 별 모양 혹은 삼각지점에 넣도록 한다. 확장을 위해서 사용할 수 있는 기구는 부지(bougienage)와 풍선카테터를 이용할 수 있다. 부지는 압력이 내부에서 외부로 확장되는 것과 동시에 상하로 움직이는 전단력(shearing force)이 동시에 작용하기 때문에 뜻하지 않은 점막 손상을 가져올 수 있다. 그러므로 최근에는 풍선카테터를 이용한 시술을 많이 하고 있다(Fig. 2C and D). 풍선에 가해지는 압력에 따라서 풍선의 직경이 정해지기 때문에 확장하고자 하는 후두 및 기관의 직경을 환자의 나이와 체중에 맞추어 조절 가능하다. 확장시킨 뒤 압력 유지시간은 1분에서 2분 정도지만, 많은 경우 환자에게 산소가 공급되지 않는 상태(apneic technique)에서 확장 시술을 하기 때문에 유지시간은 환자의 폐활량(vital capacity)에 의해 영향을 받는다. 재협착을 막기 위해 병변 부위에 스테로이드를 주입하고 앞에서 언급한 보존적 치료를 하면 내시경적 시술의 성공률을 높일 수 있다[7,14].

시술 후 1-2주 간격으로 재협착이 발생하는지 관찰이 필요하고 퇴원 후에도 보호자에게 환자에게 천명음, 울음소리의 변화, 흉부 및 경부의 함몰, 섭식장애가 발생하지 않는지 주의깊게 관찰할 것을 당부한다.

외부 접근법

외부 접근법에는 크게 후두기관재건술(laryngotracheal reconstruction, LTR)과 부분윤상연골절제술(partial cricotracheal resection, pCTR)로 나눌 수 있다. 연골 이식술을 동반하는 수술은 대부분 후두기관재건술이며 확장된 pCTR (extended pCTR)에서 연골 이식술을 사용할 수 있다. 후두협착 부위에 대한 수술 후 한 번에 기관절개공을 막을 경우 1단계(single stage) 수술이며, 후두협착부위의 수술 후 일정기간 기관절개관을 유지한 뒤 수술부위의 상태가 호전되고 기도를 확인하여 기관절개공을 막을 경우 2단계(second/double

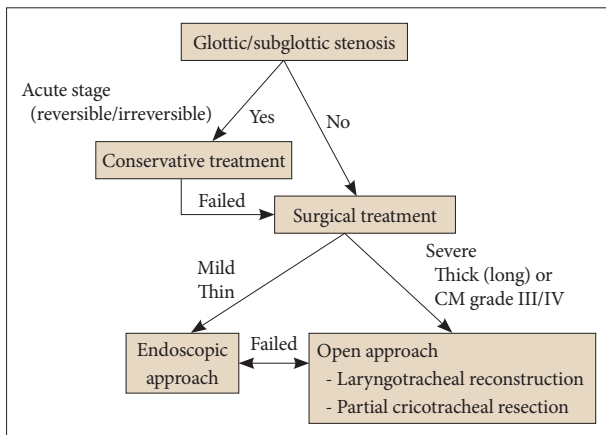


Fig. 3. Treatment algorithm for glottic/subglottic stenosis.

stage) 수술이라고 부른다. 폐기능이 좋지 않고 두군데 이상의 협착이 있는 경우, 후두부의 부종이 예상되는 경우에는 교정 수술 후에도 기관절개관을 유지하는 2단계 수술을 하는 것이 좋다. 최근 분류에서는 확장, 절제, 슬라이드로 나눌 수 있다고 하였으나 중첩되는 용어가 있기 때문에 대표적인 수술 방법인 LTR과 pCTR 위주로 언급하겠다.

수술을 하기에는 체중이 적어도 10 kg 이상이어야 하지만 절대적인 체중의 기준이나 나이와 연관된 적응증은 존재하지 않는다[15]. 오히려 환자의 전신적인 건강상태, 호흡 능력이 중요하다. 심각한 위산역류, 산소공급의 필요, 흡인 및 연하장애가 있을 경우 교정수술을 하지 않도록 한다[16].

후두기관재건술(LTR)

윤상연골과 기관연골의 전방 또는 후방에 절개를 가해 연결이식을 하여 기도를 좌우로 넓혀서 기도의 직경을 확보하는 방법이다(Fig. 4). 수술시기에 대해서는 논란이 있으며 발육이 좋은 아이가 당연히 성적이 좋기 때문에 환자의 성장 상태가 회복되는 시점에 시행하도록 한다. 수술 방법을 요약하면 다음과 같다. 갑상선 수술과 마찬가지로 상부로는 갑상연골 하부로는 갑상선 협부 또는 기관절개관 상부까지(기관절개가 되어 있는 경우) 노출한다[17]. 수술 전에 협착 부위를 정확하게 평가하도록 하며, 이를 위해서 현수후두경 검사를 통해 협착 부위의 위치와 길이를 미리 파악하는 것이 도움이 된다. 협착부위인 윤상연골과 기관연골에 수직절개를 넣고 좌우 측면으로 연골을 견인한다. 협착된 부위를 확인한 뒤 늑골에서 채취한 연골이나 갑상연골을 이용하여 절개선이 가해진 틈으로 연골을 삽입한다. 후방부의 연골이 고정되면 필자는 후두 및 기관에 부목을 설치하여 재협착을 막고 연골이 내측으로 편위되는 것을 막도록 한다. 기존에 있던 기관절개관의 위치가 높은 경우 이곳과 수직절개선이 연결되어 통하지 않도록 한다. 이식된 연골의 탈출을 막기 위해 균형있게 봉합하도록 한다(Fig. 4). 필요에 따라서 스텐트를 삽입하여 이식한 연골이 변위되지(displacement) 않도록 하고 새롭게 재건된 기도내의 점막이 재생되도록 기다린다. 스텐트는 6-8주 뒤 제거한다. 스텐트를 사용하지 않는 경우 삽관된 튜브를 스텐트 역할을 하도록 하여 2주 정도 뒤 제거한다. 스텐트의 역할은 이식된 연골이 안정화되고 점막이 재생될때까지 수술한 부위를 유지시켜주는 역할을 한다. 본 저자는 LTR의 모든 경우에 스텐트를 삽입하고 기관절개관을 유지한 상태로 수술을 종료하는 2단계 수술법을 선호한다. 이후 스텐트를 제거하고 내시경적 수술을 통해 육아종을 제거하고 재협착 부위를 확장시킨 뒤 탈관을 시도한다.

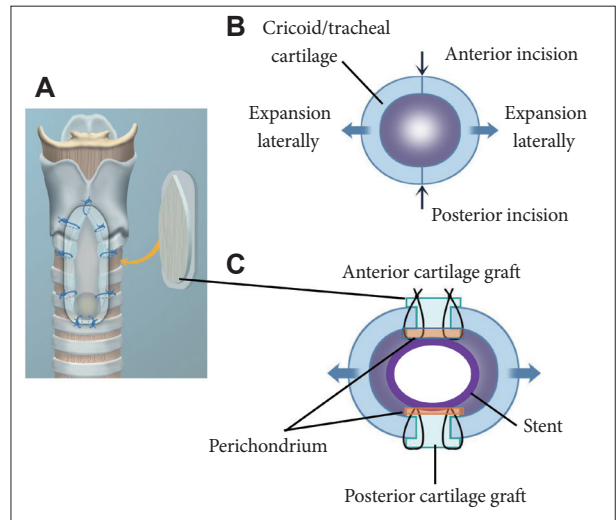


Fig. 4. Images of laryngotracheal reconstruction with cartilage graft. A: Anterior cartilage graft on inferior thyroid cartilage, anterior cricoid cartilage, and trachea. Cross sectional image of anterior and posterior cartilage graft (B) before cartilage incision and (C) after stent.

부분윤상연골절제술(pCTR)

Cotton-Meyer grade III, IV의 심한 협착이 있는 경우, 그리고 연골을 활용하기 어렵거나 LTR이 실패한 경우 pCTR을 적용한다. 수술에 대한 개념은 다음과 같다(Fig. 5). LTR과 다르게 pCTR은 협착이 있는 부분을 제거하고 건강한 점막끼리 문합하는 일종의 단단문합술이다[18]. 그렇기때문에 상하의 협착 길이가 긴 경우에는 수술을 시행하기 어려우나 대체로 기관길이의 1/3까지는 상하 박리술을 이용하여 긴장도를 줄여서 수술을 시행할 수 있다. 본 저자의 경우 환자의 협조와 문합할 기관의 성장을 고려하여 5세 이후에 수술하는 것을 선호하는데, 이때 환자의 상하 협착부위의 길이가 4 cm 이내라면 큰 무리없이 수술을 진행할 수 있다.

자세한 술식은 다음과 같다. 협착이 있는 윤상연골 중 전방부는 제거하며 후방부는 연골을 남겨두는데, 이곳에 비후된 점막을 제거하고 연골을 드릴을 이용하여 얇게 만든다. 상부의 경계 중 전방부는 갑상연골이며 후방부는 성문하부 점막이 된다. 상부의 성문하부 공간이 확보되었으면 다음에 하부에 있는 기관의 협착부위는 모두 제거하여 건강한 점막이 남아 있도록 하고 확장된 상부의 건강한 점막과 봉합하도록 한다. 주의해야 할 점은 반복후두신경(recurrent laryngeal nerve)의 손상을 막기위해 윤상기관관절(cricotracheal joint)은 보존하면서 후방부를 문합하도록 한다. 전방부는 갑상연골과 하부 기관과 문합하는데 직전에 구강을 통해 기관내 삽관을 하여 확대된 기도의 내경을 확인한다. 단일 단계의 수술에서는 이때 기관절개관을 제거하고 기관내 삽관 튜브를 하방으로 전진시켜서 고정하도록 한다. 단일 단계가 아니라

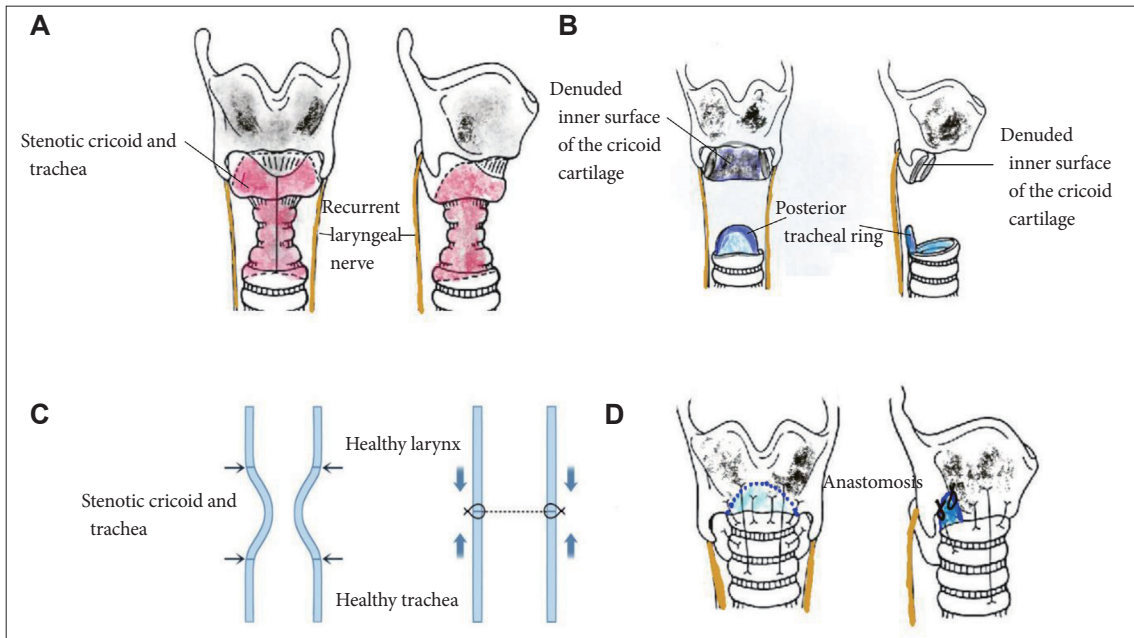


Fig. 5. Partial cricotracheal resection. (A) Before and (B) after resection of stenotic portion from the anterior cricoid cartilage to the whole ring of the trachea. C: Schematic illustration of end to end anastomosis between larynx and trachea. D: Anastomosis between the thyroid cartilage and trachea anteriorly and between posterior cricoid mucosa and trachea posteriorly with preserving the recurrent laryngeal nerve.

2단계 수술을 고려하고 있다면 기관공의 위치에 따라서 문합부의 기관공을 봉합하고, 그보다 하부에 기관공을 새로 만들어 기관절개관을 수술이 끝난 뒤 삽입하도록 한다. 확장윤상연골부분절제술은 전방의 윤상연골을 제거하고 갑상연골의 전방과 후방의 윤상연골에 수직절개를 가하고 연골을 이식한 뒤 스텐트를 사용하는 방법이다.

pCTR은 재협착 발생시 재수술이 어려우며 봉합 부위의 긴장도를 줄이기 위해 3-5일 이상 중환자실에서 환자를 진정시켜야 하는 단점이 있다. 하지만 LTR보다 정도가 심한 경우에 사용할 수 있고 점막의 재생이 빠르다는 장점을 고려하면 충분히 활용할 수 있는 수술 방법이다.

수술 후 관리

LTR은 대부분 스텐트를 사용하고 기관절개관을 유지해야 하므로 수술 후 중환자실에서 하루 정도 회복상태를 확인한 뒤 일반 병실에서 관리한다. 퇴원 후 6-8주 뒤 전신마취하에 현수후두내시경을 이용하여 스텐트를 제거한다. 스텐트가 제거된 뒤 이식된 연골 상태를 내시경을 이용하여 확인하고 기도 내부로 돌출된 봉합사, 점막에 발생한 육아종, 반흔 조직을 내시경적으로 제거하고, 이 조직에서 균배양 검사를 시행하여 알맞은 항생제를 사용하도록 한다. 재협착을 막기 위해 스테로이드(트리암시놀론)를 주사한다. 참고로, 본 저자는 마이토마이신 C는 가피형성의 위험성과 낮은 효용성으로 인해 사용하고 있지 않다. LTR의 경우 퇴원 후 1-2주 간격으로 현

수후두내시경 수술을 시행하고 기관 내부의 점막 부종과 반흔이 줄어들게 되면 탈관을 위해 기관절개관 폐쇄를 연습하고 입원한 상태에서 탈관을 시도한다. 항생제, 진해거담제, 양성자펌프 억제제를 복용시키고 진해거담제, 점막수축제가 포함된 네블라이저를 사용하도록 한다.

pCTR은 단단문합술을 시행한 것이기 때문에 환자의 비협조로 인해 경부를 신전시킬 경우 문합부가 파열될 수 있어서 진정시키도록 한다. 보통 5-7일 정도 진정시키며 단일 단계의 경우 수술장으로 환자를 옮겨서 구강으로 삽관된 튜브를 제거하고 기관 내부의 문합부를 관찰한다. 육아조직에서 균배양 검사를 하여 항생제를 적절히 선택하도록 한다. 부종과 반흔이 과하게 자랄 경우 재삽관을 하거나 기관절개술을 고려한다. 이상 소견이 없으면 튜브를 중환자실에서 제거한 상태로 관찰한다.

스텐트를 사용한 경우 LTR과 마찬가지로 6-8주 후에 제거하고 1-2주 후에 반복적인 현수후두내시경 수술을 통해 재협착을 방지한 뒤 기관절개관을 제거한다. 약제는 LTR과 마찬가지로 감염과 염증, 부종을 예방하기 위해 항생제, 진해거담제, 양성자펌프 억제제를 복용시키고 네블라이저를 이용하도록 한다[19].

내시경 수술로 해결되는 경우 음성에 문제가 자주 발생하지 않는다. 경부를 통해 LTR, pCTR을 시행한 환자는 발성을 시작하기 전에 미리 기관절개술을 시행한 경우가 많아서 발성 가능성이 의문되는 경우가 많다. 수술 전 성대의 움직임

이 관찰되었던 경우 수술 후에도 성대의 움직임이 유지되지만, 간혹 반복적인 수술로 인한 염증으로 성대의 움직임이 제한되는 경우도 있다. 그리고 성대마비가 동반되며 기도의 흐름을 확보하더라도 발성에 제한이 발생한다. 또한 기도가 확보되더라도 성대의 외전형 양측성 마비가 있을 경우 식이섭취가 반박될 수 있다. 이러한 경우 지속적인 연하재활치료를 통해 경구식이 가능하도록 도움을 주도록 한다[20,21]. 보호자에게도 수술 전에 기도 확보 외에도 발성과 식이에 대해서 충분히 상의하여 수술 후 발생할 수 있는 의견차이를 미리 예방하는 것이 좋다.

결 론

소아 기도협착에 대한 치료방법으로는 약물적 치료, 내시경적 수술, 경부를 통한 수술이 있으며 적절한 치료 방침을 선정하기 위해 동반 기형, 환자의 성장, 식이 등을 고려해야 한다. 성공적인 치료를 위해서는 이비인후과 의사의 역량 뿐만 아니라 마취과, 소아호흡기과, 소아중환자실, 영양팀, 보호자와의 긴밀한 협조가 필요하다.

중심 단어: 후두; 기관; 협착; 내시경; 확장; 재건; 절제.

Acknowledgments

This research was funded by the National Research Foundation of Korea, grant numbers MSIP; 2021R1F1A1061438 to YSL.

Conflicts of Interest

The author has no financial conflicts of interest.

REFERENCES

- Schweiger C, Marostica PJ, Smith MM, Manica D, Carvalho PR, Kuhl G. Incidence of post-intubation subglottic stenosis in children: Prospective study. *J Laryngol Otol* 2013;127(4):399-403.
- Walner DL, Loewen MS, Kimura RE. Neonatal subglottic stenosis-incidence and trends. *Laryngoscope* 2001;111(1):48-51.
- Holinger PH, Kutnick SL, Schild JA, Holinger LD. Subglottic stenosis in infants and children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1976;85(5 Pt 1):591-9.
- McDonald I, Stocks J. Prolonged nasotracheal intubation: A review of its development in a paediatric hospital. *Br J Anaesth* 1965;37:161-73.
- Lin EL, Bock JM, Zdanski CJ, Kimbell JS, Garcia GJM. Relationship between degree of obstruction and airflow limitation in subglottic stenosis. *Laryngoscope* 2018;128(7):1551-7.
- Boesch RP, de Alarcon A, Piccione J, Prager J, Rosen R, Sidell DR, et al. Consensus on triple endoscopy data elements preparatory to development of an aerodigestive registry. *Laryngoscope* 2022;132(11):2251-8.
- Bourdillon AT, Hajek MA, Wride M, Lee M, Lerner M, Kohli N. Correlations of radiographic and endoscopic observations in subglottic stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2022;131(7):724-9.
- Calloway HE, Kimbell JS, Davis SD, Retsch-Bogart GZ, Pitkin EA, Abode K, et al. Comparison of endoscopic versus 3D CT derived airway measurements. *Laryngoscope* 2013;123(9):2136-41.
- Hautefort C, Teissier N, Viala P, Van Den Abbeele T. Balloon dilation laryngoplasty for subglottic stenosis in children: Eight years' experience. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;138(3):235-40.
- Balakrishnan K, Sidell DR, Bauman NM, Bellia-Munzon GF, Boesch RP, Bromwich M, et al. Outcome measures for pediatric laryngotracheal reconstruction: International consensus statement. *Laryngoscope* 2019;129(1):244-55.
- Hoffman MR, Patro A, Huang LC, Chen SC, Berry LD, Gelbard A, et al. Impact of adjuvant medical therapies on surgical outcomes in idiopathic subglottic stenosis. *Laryngoscope* 2021;131(12):E2880-6.
- Redondo-Sedano J, Antón-Pacheco JL, Valverde RM, Díaz ML, Paredes CL, Guardia LM, et al. Laryngeal stenosis in children: Types, grades and treatment strategies. *J Pediatr Surg* 2019;54(9):1933-7.
- Gelbard A, Anderson C, Berry LD, Amin MR, Benninger MS, Blumin JH, et al. Comparative treatment outcomes for patients with idiopathic subglottic stenosis. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2020;146(1):20-9.
- Edmondson NE, Bent J 3rd. Serial intralesional steroid injection combined with balloon dilation as an alternative to open repair of subglottic stenosis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2010;74(9):1078-81.
- Zalzal GH, Choi SS, Patel KM. Ideal timing of pediatric laryngotracheal reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;123(2):206-8.
- Cotton RT, Myer CM 3rd, O'Connor DM, Smith ME. Pediatric laryngotracheal reconstruction with cartilage grafts and endotracheal tube stenting: The single-stage approach. *Laryngoscope* 1995;105(8 Pt 1):818-21.
- Monnier P. Pediatric airway surgery: Management of laryngotracheal stenosis in infants and children. Berlin: Springer Science & Business Media;2010.
- Monnier P, Lang F, Savary M. Cricotracheal resection for pediatric subglottic stenosis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999;49 Suppl 1:S283-6.
- Koenigs MB, Behzadpour HK, Zalzal GH, Preciado DA. Barriers to decannulation after double-stage laryngotracheal reconstruction. *Laryngoscope* 2021;131(9):2141-7.
- Wentland CJ, Song PC, Hartnick CJ. Pediatric voice and swallowing disorders related to vocal fold immobility: The use of laryngeal emg. *Curr Treat Options Peds* 2016;2(4):339-51.
- Ridgway C, Bouhabel S, Martignetti L, Kishimoto Y, Li-Jessen NYK. Pediatric vocal fold paresis and paralysis: A narrative review. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2021;147(8):745-52.