

## 후두전절제술 후 음성 재활

부산대학교 의과대학 이비인후과학교실, 부산대학교병원 의생명연구원

천용일 · 권현근 · 신성찬 · 이병주

### Voice Rehabilitation after Total Laryngectomy

Yong-Il Cheon, MD, Hyun-Keun Kwon, MD, Sung-Chan Shin, MD, PhD, and Byung-Joo Lee, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, College of Medicine, Pusan National University and Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

#### — ABSTRACT —

Despite the expansion of non-surgical organ preservation therapy, total laryngectomy is the optimal treatment for advanced laryngeal or hypopharyngeal cancer and is widely used treatment option for failure of chemoradiotherapy or recurrence of primary tumor. As a consequence of total laryngectomy, patients lose their natural voice and needs practice to acquire a new voice. Tracheoesophageal speech, esophageal speech and electrolarynx speech are main speech rehabilitation methods which are commonly provided after total laryngectomy. Worldwide, no evidence-based consensus exists on which voice rehabilitation method is best for improving the patient's quality of life. Therefore, this review aims to summarize the current voice rehabilitation and management of voice prosthesis after total laryngectomy. (*J Clinical Otolaryngol* 2020;31:29-36)

**KEY WORDS:** Voice rehabilitation · Total laryngectomy.

## 서 론

후두전절제술(total laryngectomy)은 진행된 후두암이나 하인두암에서 시행되는 술식으로 최근에는 기능을 보존할 수 있는 부분후두절제술, 화학방사선요법, 경구강 레이저 수술 등으로 많이 대체되었으나 여전히 진행된 암의 경우 후두전절제술이 시행되고 있고, 화학방사선요법의 실패나 원발암의 재발 후 구제수술로써도

많이 시행되고 있다.<sup>1,2)</sup> 따라서 후두전절제술 후 필연적으로 발생하는 이전의 목소리를 대체하기 위한 음성 재활은 후두전절제술 후 환자의 삶의 질에 매우 중요하다고 할 수 있다.<sup>3)</sup>

후두전절제술 후 환자는 비강을 통한 호흡이 불가능하고, 영구적인 기관공(tracheostoma)을 통해 호흡을 유지해야 한다. 그리고 후두를 제거하기 때문에 수술 이후 환자들은 본연의 목소리를 잃게 되고, 음성 재활(speech rehabilitation)을 통해 새로운 소리를 습득해야 한다. 이러한 음성 재활에는 식도 발성(esophageal speech, ES), 기관식도 발성(tracheoesophageal speech, TES), 전기 후두 음성(electrolarynx speech, ELS)과 같은 3가지 주요 방식이 있다.<sup>3-5)</sup> 전 세계적으로 기관식도천공을 통한 인공발성관(voice prosthesis)을 삽입하는 것이 가장 표준적인 치료로 알려져 있지만, 시기에 따라 다양한 형태

논문접수일: 2020년 2월 10일  
논문수정일: 2020년 4월 24일  
심사완료일: 2020년 5월 30일  
교신저자: 이병주, 49241 부산광역시 서구 구덕로 179  
부산대학교 의과대학 이비인후과학교실, 부산대학교병원 의생명  
연구원  
전화: (051) 240-7335 · 전송: (051) 246-8668  
E-mail: voiceleebj@gmail.com

의 인공발성관이 계속 개발되고 있고, 각 나라의 의료 및 경제적 상황에 따른 의료 비용 문제가 있으며 환자와 의료진의 선호도 또한 음성 재활의 선택에 있어 차이를 보인다.<sup>4-9)</sup> 이에 본 종설에서는 후두전절제술 후 이용 가능한 음성 재활의 여러 방법과 인공발성관에 관해 기술하고자 한다.

### 식도 발성

식도 발성은 삼킨 공기를 이용하는 발성법으로 삼킨 공기를 내보면서 상부식도 점막 또는 새로 만든 인두 점막을 진동시켜 발성한다.<sup>10)</sup> 식도 발성은 기구를 구입할 필요가 없으므로 경제적이고 추가적인 시술이 필요하지 않아 추가적인 처치에 의해 발생하는 합병증이 없으며 말을 하면서 두 손을 사용할 수 있다는 장점이 있다.<sup>11,12)</sup> 그러나 40~70mL 정도의 공기를 삼킨 후 음성을 만들기 때문에 음성의 질이 기관식도천공술(tracheo-esophageal puncture technique)에 의한 발성에 비해 나쁘고, 습득하는 것이 어려워 성공적인 식도 발성을 구사하는 비율이 낮다.<sup>12,13)</sup> 식도 발성법은 2가지가 있으며<sup>5,10)</sup> 하나는 구강의 압력을 윤상인두괄약근(cricopharyngeal sphincter)보다 높게 하여 고압력의 구강 공기를 식도로 넣는 주입법(injection method)이며 발성의 중단이 발생한다.<sup>7)</sup> 또 다른 방법은 빠르게 공기를 호흡하여 흉곽을 팽창시킴으로써 식도를 음압(negative pressure) 상태로 급작스럽게 낮추는 흡입 방법(inhalation method)이다. 대기압이 식도보다 고기압 상태가 되면 상부식도 괄약근(upper esophageal sphincter)이 열리면서 공기가 식도 내로 들어가게 되고 식도발성을 하는 숙련자들은 주로 이러한 흡입방법을 사용하여 발성을 한다.<sup>7)</sup> 그러나 식도 발성을 배우기 위해 장기간 훈련을 해야 하고, 식도나 인두 협착(esophageal or pharyngeal stenosis)이 있거나 윤상인두근의 경련(cricopharyngeal spasm)이 있는 경우에는 식도 발성이 매우 힘들다. 따라서 윤상인두 경련은 식도 발성에 있어 가장 큰 장애물이기 때문에 윤상인두 경련을 줄이기 위해 몇 가지 방법이 있으며 대표적으로 수술 중 윤상인두근(cricopharyngeal muscle)을 절개하거나 보톡스를 주입하여 윤상인두근을 이완시킬 수도 있다.<sup>10,14)</sup>

### 전기 후두 음성

외부에 진동하는 기구를 이용하여 구강이나 인두 점막에 진동을 유발시키는 방법으로 추가적인 수술이나 발성을 배울 필요가 없다는 장점이 있다.<sup>7,10)</sup> 그러나 단조로운 음조(monotone)의 기계적인 음성이기 때문에 기관식도누공을 이용한 음성에 비해 음성의 질이 나쁘고, 한 손으로 기구를 잡아야 한다는 점, 그리고 기구 구입에 비용이 발생한다는 단점이 있다.<sup>4,15)</sup> 발성할 때 한 손으로 기구를 잡아야 하는 단점을 보완하기 위해 1980년대 초에 구강 내에 전기 후두를 위치시키는 연구도 보고되었으며<sup>16)</sup> 최근에는 틀니 형태의 전기 후두가 개발되어 Ultravoice 전기 후두(Ultravoice Plus Inc.)라는 이름으로 판매되고 있으며<sup>15)</sup> 이는 전기 후두를 구강 내에 위치시켜 무선(wireless)으로 손조작이 가능하다.<sup>17)</sup> 또한 피대근(strap muscle)의 근전도를 이용하는 새로운 형태의 전기 후두를 개발하려는 연구가 있고<sup>18)</sup> 전기 후두의 음성이 단조로운 것을 개선하기 위해 발성음 주파수(frequency)와 강도(intensity)를 쉽게 조절하고 강화시키려는 연구도 있다.<sup>19)</sup>

전기 후두를 사용하는 방법에는 두 가지가 있다.<sup>15)</sup> 가장 많이 사용되는 방법은 전기 후두를 경부에 부착시켜 인두 점막을 진동시키는 경피적 방법(transcervical or indirect method)으로 시판 중인 제품으로는 Nu-voice (Mountain Precision Mfg. Ltd. Co.: Boise, ID, USA), Servox(Servox Medizintechnik, Troisdorf, Germany), TruTone electrolarynx(Griffin Laboratories, Temecula, CA, USA) 등이 있다.<sup>15)</sup> 다른 방법은 작은 진동 튜브를 입안에 넣어 볼, 인두, 혀 뿌리 부근에 위치시키는 구강내 방법(intraoral or direct method)이며 경피적 방법에 비해 에너지의 소실이 적어 소리가 크고 음성의 질이 좋고, 경부 부종이나 반흔으로 경부를 통해 적절한 음성을 전달하기 힘든 해부학적 제한이 있는 경우에 유용할 수 있다. 그러나 구강내 방법은 침에 의해 튜브가 오염될 수 있어 위생적인 문제가 있고, 구강 상태에 따라 적용하기 불편할 수 있다. 또한 구강내 튜브에 의한 혀의 움직임에 제한이 생겨 'd', 't', 'k', 'g' 등의 발음에 영향이 있어 언어 이해도(speech intelligibility)가 감소한다.<sup>15)</sup> 전기 후두의 경피적 방법과 구강내 방법을 Table 1에서 비교하였다.

**Table 1.** 전기 후두의 경피적 방법과 구강내 방법의 비교

	장 점	단 점
경피적 방법	1. 쉽게 적용할 수 있다. 2. 구강내방법에 비해 위생적이다.	1. 경부의 반흔이나 부종 시 효과 감소한다.
구강내 방법	1. 경피적 방법에 비해 음이 크고 음성의 질이 좋다.	1. 음식물 찌꺼기나 침에 의해 튜브의 오염 가능성이 있어 비위생적이다. 2. 일부 발음의 명료도가 낮다.

**기관식도 천공술에 의한 발성**

기관식도천공술(tracheoesophageal puncture technique)에 의한 발성 방법은 폐의 공기를 이용하여 식도 점막을 진동시켜 발성하는 것이다. 폐의 많은 공기(약 500 mL)를 이용하기 때문에 음성의 질(음의 강도, 명료도, 유창성, MPT, Jitter, Shimmer, Fo 등 객관적인 음성 지표 등)이 식도 발성이나 전기 후두 발성에 비해 좋고, 식도 발성보다 배우기 쉽다는 장점이 있다.<sup>4,10,13)</sup> 그러나 한 손을 발성 시 사용해야 한다는 점, 인공발성관을 삽입하는 경우 추가적인 시술 또는 수술이 필요한 점, 인공발성관 구입 비용이 발생하고, 삽입한 인공발성관에 의한 여러 가지 합병증이 발생할 수 있는 단점이 있다. 발성 시 손가락을 이용하여 기관공(tracheostoma)을 막아야 하기 때문에 뇌졸중(stroke)이나 신경학적 이상에 의해 손의 운동 능력이 감소 또는 제한된 경우에는 적용하기 힘들 수 있다.<sup>10,13)</sup>

이러한 기관식도천공술에 의한 발성 방법에는 두 가지가 있으며 인공발성관을 삽입하는 기관식도천공술과 인공발성관을 삽입하지 않고 영구적인 기관식도누공을 만드는 수술적 방법이다.

**인공발성관 삽입이 필요 없는 수술적 기관식도천공술**

후두전적출술 후 기관식도천공술을 수술적으로 만들 경우, 발성 시 기관과 새로 만든 인두 또는 식도 부위의 천공을 통해 공기가 지나가는 한편, 침이나 음식물이 폐로 흡인되지 않도록 하는 것이 중요하다. 기관식도천공을 만드는 술식에는 여러 방법이 있는데 Conley 등<sup>20)</sup>은 식도 점막(mucosal tube)을 변형하여 기도와 식도 사이를 연결하는 방법을 보고하였고 Asai는 경부의 진피(dermal tube)를 이용하여 작은 튜브를 만들어 기도와 식도를 연결하는 것을 보고하였다.<sup>21)</sup> Staffieri<sup>22)</sup>는 보존된 윤상 연골 상부에 새로운 성대(slotted neoglottis)를 만

드는 수술법(shunt surgery)을 그리고 식도 피판을 이용하는 기관식도천공 수술 방법의 결과가 Komorn에 의해 제안되기도 하였다.<sup>23)</sup> 그 외에도 유리공장피판(jejunum free flap), 유리전완피판(forearm free flap), 인두 점막과 근막(pharyngeal mucosa and fascia)을 이용하는 방법 등도 소개 되었는데 이러한 유리피판을 이용한 방법은 침이나 음식물의 흡인 빈도가 많고, 기관식도의 연결 부위가 좁아지는 경우가 많았으며, 성공률이 낮아 현재는 거의 사용하지 않는다.<sup>24)</sup>

현재까지 사용되고 있는 인공발성관이 필요없는 술식은 기관점막튜브(tracheal mucosal tube)를 이용하여 영구적으로 기관과 식도를 연결하는 Amatsu식 수술 방법이다.<sup>8,25)</sup> 인공발성관을 삽입하지 않기 때문에 인공발성관에 의한 감염, 염증, 기도 폐쇄의 가능성이 낮고, 인공발성관을 구입할 필요가 없다는 장점이 있다. 그리고 성공적인 경우 한번의 수술로 평생 사용할 수 있으며 최근 연구에 의하면 음성 성공률은 70%, 30%에서 흡인을 호소하였지만, 수술이 필요한 경우는 많지 않았다고 보고하였다.<sup>25)</sup> Amatsu식 수술을 위해서는 인공발성관을 삽입하는 방법에 비해 기관의 후벽(posterior wall of trachea)이 충분해야 한다.<sup>8)</sup> 후두암의 성문하 침범(subglottic extension)이 심하여 기관 후벽이 충분하지 않거나 방사선 조사에 의해 반흔이 심한 경우에는 적용하기 힘들 수 있다. 간혹 수술적으로 만든 기관식도누공이 방사선 조사 후 막히는 경우가 있고, 너무 넓어 음식물이나 침이 새는 경우(leakage)가 있을 수 있으나 심한 흡인 때문에 수술로 Amatsu 누공을 막은 경우는 2%로 매우 낮았다.<sup>8,25)</sup>

**인공발성관의 삽입에 의한 방법**

서구에서 가장 일반적인 후두전적출술 후 음성 재활 방법으로, 기관식도천공술 후에 인공발성관을 삽입하는

방법은 시기에 따라 두가지로 구분하는데 후두전적출술을 시행하면서 동시에 인공발성관을 삽입하는 일차적 방법(primary)과 수술 이후에 추가적인 시술이나 수술을 통해 인공발성관을 삽입하는 이차적 방법(secondary)이 있다.

후두전적출술을 시행하면서 동시에 인공발성관을 삽입하는 일차적 방법은 수술 후 추가적인 수술이나 시술이 필요 없고, 수술 후 2주 정도 경과하면 환자가 발성할 수 있어 환자가 심리적 안정감을 가질 수 있으며 조기에 환자와 소통을 원활히 할 수 있는 장점이 있다. 그리고 이차적으로 인공발성관을 삽입하는 방법에 비해 수술 후 인두피부누공이나 감염 등의 위험성은 비슷하다.<sup>26,27)</sup> 그러나 최근 미국에서 시행한 설문 조사에서 후두전적출술 후 약 7.3%에서만 일차적으로 인공발성관을 삽입한다고 하였다.<sup>6)</sup> 그리고 최근 메타 분석에 의하면 인공발성관을 일차적으로 삽입하는 것이 수술 후 감염, 기관협착, 기관식도누공의 차이 등의 성공률에 차이는 없지만, 인공발성관 주위의 누수(leakage) 빈도는 통계적으로 차이가 있었다고 보고하였고,<sup>28)</sup> 다른 메타연구에서는 일차적 또는 이차적으로 인공발성관을 삽입한 경우 발성 실패률은 각각 21.7%, 27.1%로 차이가 없었지만, 인두피부누공을 포함한 전체적인 합병증의 빈도가 이차적으로 인공발성관을 삽입하는 경우에 비해 일차적 방법에서 의미 있게 높았다고 보고하였다.<sup>29)</sup> 인공발성관의 삽입 시기에 대해 아직 논란이 있으므로 두 가지

방법의 장단점을 숙지하고 술자의 선호도 및 환자의 상태에 따라 결정하면 될 것으로 사료된다(Table 2).<sup>13)</sup>

후두전적출술과 동시에 기관식도천공 시행하는 방법 (Primary insertion)

후두전적출술을 시행한 후 기관 후벽을 위로 당기면서 No. 11 또는 No. 15 blade을 이용하여 적절한 위치의 기관에 절개를 시행하여 기관식도 사이에 천공을 만든다. 기관식도천공을 만든 후 바로 인공발성관을 삽입할 수 있고 경우에 따라 고무 카테터(rubber catheter)을 삽입 후 2주 후에 카테터를 제거하면서 인공발성관을 삽입할 수도 있다. 술식은 개방된 인두 내강으로 right-angled forcep이나 손가락을 삽입하여 후두를 제거하고 남은 기관 후벽의 상연에서 약 0.5~1 cm 하방에 3~4 mm 크기의 횡절개를 하는데 이때 손가락을 절개할 인두 부위에 위치시켜 blade로 절개할 때 후벽이 손상되는 것을 예방할 수 있으며 식도의 전벽과 기관의 후벽이 절개 부위 이외에는 분리를 피하는 것이 합병증 예방에 중요하다.

후두전절제술 후 기관식도천공술을 시행하여 천자를 하고 바로 인공발성관을 삽입할 수도 있다. 국내에서 많이 사용하고 있는 Provox의 경우 인두보호기, 투관침(trocar), guide catheter, 확장기(dilator)가 제품에 포함되어 있어 편리하다. 먼저, 인두 보호기를 천공할 인두전벽에 위치시키고 투관침을 전면인 기관 방향에서 삽입

**Table 2.** 일차적, 이차적 기관식도천공 발성의 장단점 비교

	일차적 기관식도천공 발성	이차적 기관식도천공 발성
장 점	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 추가적인 수술이 필요 없어, 추가 수술에 따른 합병증이 없다.</li> <li>2. 조기 음성 재활을 통한 환자와의 소통이 가능하다.</li> <li>3. 수술 시 쉽게 삽입 가능하다.</li> <li>4. 성공률이 비슷하거나 다소 높다.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 타액 누수와 같은 인공발성관 삽입 관련 수술 합병증이 낮을 가능성이 있다.</li> <li>2. 구제수술이나 유리 피판을 사용하여 재건 수술을 시행한 경우 적용할 있다.</li> <li>3. 치료 종결 후 적절한 위치에 시행할 수 있다.</li> <li>4. 국소 마취로 쉽게 삽입할 수 있다.</li> </ol>
단 점	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 인공발성관 삽입에 따른 수술 합병증이 다소 증가할 가능성이 있다.</li> <li>2. 방사선 치료 시 합병증이 증가할 가능성이 있고, 방사선 치료 시 사용하지 못할 수 있다.</li> <li>3. 유리 피판을 사용하여 재건한 경우 적용에 다소 어려움이 있다.</li> <li>4. 치료 후 인공발성관의 적절한 위치가 이동할 수 있다.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 추가적인 수술이 필요하다.</li> <li>2. 음성 재활이 다소 늦다.</li> <li>3. 치료 완결 후 인공발성관 삽입에 대한 환자의 욕구가 감소할 수 있다.</li> <li>4. 성공률이 비슷하거나 다소 낮다.</li> </ol>

하여 기관후벽과 인두전벽을 천공시키고 투관침 내부로 guide catheter를 삽입한 후 인두 보호기와 투관침을 제거한다. 후방인 인두쪽에 위치한 guide catheter 끝에 확장기와 Provox를 연결하여 guide catheter를 천천히 아래로 당기면서 적절한 곳에 위치시키면 된다. 이때 기관공 상부를 손가락으로 압박하여 기관이 guide catheter와 함께 내려오지 않도록 위치변화가 없도록 하는 것이 유용하다. 일차적으로 인공발성관을 삽입한 환자는 일반적으로 수술 후 2주경부터 발성이 가능하며 수술 시 운상인두근절제술(cricopharyngeal myotomy)을 하면 발성에 도움이 된다.<sup>10)</sup>

기관식도천공술 후 이차적으로 인공발성관을 삽입하는 방법(Secondary insertion)

이차적으로 인공발성관을 삽입하는 방법은 후방의 식도를 통해 삽입하는 방법(retrograde insertion)과 전방의 기관을 통해 삽입하는 방법(anterograde insertion)이 있다.<sup>10,24)</sup> 최근에는 전방의 기관을 통해 인공발성관을 삽입하는 방법(anterograde insertion)이 쉽고 편하기 때문에 많이 시행되지만, 이러한 방법이 실패하는 경우 유도 철사(guide wire)를 삽입하여 구강과 인두를 경유하여 식도를 통해 인공발성관을 삽입하는 방법(retrograde insertion)을 이용하기도 한다.<sup>24)</sup>

전방에서 인공발성관을 삽입하는 방법은 전신 마취 또는 국소 마취를 통해 시행할 수 있으나 외래에서도 어렵지 않게 시도할 수 있어 많은 병원에서 시행하고 있다.<sup>10)</sup> 술식은 우선 비강과 기관공 주위를 마취하고 내시경을 삽입한다. 이후 기관 후벽에 기관식도천공을 만들 위치를 수술 기구를 이용하여 촉지하고, 삽입한 내시경으로 위치를 확인한 뒤, 18 gauze 바늘, 칼, 전기 수술기구 등을 이용하여 기관식도천공을 만든 후 인공발성관을 전방에서 삽입한다. 기관식도천공을 만들 때 식도 후벽에 손상이 없도록 식도 확장이 필요하다. 전신 마취하에서도 유사한 방법으로 인공발성관을 삽입할 수 있으며 기관식도천공술 후 즉시 인공발성관을 삽입할 수 있고, 때로는 고무 카테터 삽입한 뒤 2주 정도 경과하여 천공 부위에 상피화(epithelization)이 된 이후에 인공발성관을 삽입할 수도 있다.<sup>10)</sup>

인공발성관의 분류

기관식도천공술을 통해 인공발성관을 삽입하였을 때, 침이나 음식물이 식도에서 기관으로 흡입되지 않도록 하는 것이 중요하다. 그래서 평상시 또는 호흡할 때에는 기관과 식도가 연결되지 않아 침이나 음식물이 흡입되지 않고, 발성 시에만 공기가 기관을 통해 식도로 나가서 발성할 수 있는 일방 통행 밸브(one-way valve) 형태의 인공발성관이 Blom-Singer에 의해 처음으로 개발되었다.<sup>24,30)</sup> 이러한 인공발성관은 외부에서 고정하는 형태(Non-indwelling types)와 외부에서 고정장치 없이 식도에 고정하는 형태(Indwelling type)로 구분될 수 있다.<sup>24)</sup> 외부에서 고정하는 형태로는 Blom-singer 모델이 대표적이며 일방 통행 밸브의 내부에 있는 원통에 두개의 플랜지(flange)를 부착하여 외부에서 고정장치 없이 식도에 고정되는 형태로는 Nijdam 형, Panje 형, Herrmann 형, Provox 형 등이 보고 되었으며 현재 세계적으로 가장 많이 판매되고 있는 것은 Provox와 Blom-Singer 인공발성관이다.<sup>24)</sup>

Provox와 Blom-Singer 인공발성관 사이에 지속 기간에는 차이가 없는 것으로 보고하고 있다.<sup>9)</sup> Provox는 retrograde하게 삽입하는 Provox 1와 anterograde로 삽입할 수 있는 Provox 2, 최근에는 Provox Vega가 개발되었다. 인공발성관의 지속 기간은 경제적인 측면에서 매우 중요하다. Schäfer 등<sup>31)</sup>은 Provox 1의 유지 기간은 224일, Provox 2는 96일로 보고하였고, Lequeux 등<sup>32)</sup>은 Provox 1은 303일, Provox 2는 144일로 보고하였으며 Mayo-Yáñez 등<sup>33)</sup>은 Provox 2와 Provox Vega의 평균 지속 기간은 각각 106일, 124일로 차이가 없다고 하였다. 그러나 최근 Provox 1와 2의 평균 지속 기간이 16개월이라는 보고도 있어 지속 기간에 대해서는 논란이 있다.<sup>34)</sup>

인공발성관 삽입으로 인한 합병증

인공발성관을 삽입하기 위해 기관식도천공술을 시행하면서 식도 열상, 식도 천공, 유도 철사(guide wire) 파손 등이 발생할 수 있다.<sup>10)</sup> 삽입한 고무 카테터(rubber catheter)는 10~14일 사이에 제거하면 천공 부위가 상피화가 되는데, 이때 당뇨, 방사선조사, 영양부족인 있는 경우 기관식도천공의 상처 치유가 늦어질 수 있음을 유념해야 한다.<sup>10)</sup>

삽입한 인공발성관의 평균 지속 기간은 평균 4~6개월인 경우도 있고, 일부에서는 16개월(1~42개월)로 길게 보고하는 경우도 있어 평균 지속 기간에 대해 논란이 있다.<sup>9,34</sup> 이러한 지속기간은 경부 청소술 시행, 방사선 조사, 고령인 경우 짧다는 보고도 있지만, 연관성이 없다는 결과도 있다.<sup>34</sup> 인공발성관을 재교환해야 하는 원인에는 곰팡이 감염(fungal colonization), 인공발성관 내부 또는 주위로의 누수(endoprosthetic or periprosthetic leakage), 인공발성관의 탈출(extrusion), 인공발성관의 위치 변화, 육아종 형성, 기관공 협착 등이다.<sup>35</sup>

인공발성관 표면에 칸디다 생물막(candida biofilm) 형성은 인공발성관의 내부를 막아 일방 통행 밸브가 손상되어 기능이 약화되고 타액 누수(leakage)가 발생할 수 있기 때문에 적절한 시기에 인공발성관을 교환해야 한다. 항진균 약제는 칸디다 생물막 형성을 억제하는데 도움을 줄 수 있으나<sup>36</sup> 너무 장기기간의 항진균 약제는 저항성 균주를 형성할 수 있어 주의해야 한다. 프로바이오틱스(probiotics), 유제품(dairy products), 합성 타액 펩타이드(synthetic salivary peptides) 등이 인공발성관의 지속 기간을 길게 하는데 도움이 된다는 보고도 있다.<sup>36</sup>

인공발성관 주위로 타액 누수는 가장 흔한 합병증이다.<sup>35</sup> 누수가 심하면 작은 크기의 인공발성관으로 대체할 수 있으나 크기 변경에도 치료 되지 않은 경우에는 콜라겐(collagen), 하이알루론산(hyaluronic acid) 또는 자가 지방 주입술(autologous fat injection)을 시행하여 누수의 틈을 작게 하거나 누수 되는 부위를 점막하 지갑 끈 봉합술(submucosal purse-string suture) 등을 시도할 수 있다.<sup>13,37,38</sup> 단기간 인공발성관을 제거하여 누공이

작아지면 다시 삽입하는 방법도 있다.<sup>35</sup>

인공발성관을 삽입하여도 음성 발생이 안되는 가장 흔한 원인은 인두식도경련(pharyngoesophageal spasm)으로 10%에서 많게는 30%까지 보고하고 있다.<sup>13,39</sup> 이것을 예방하기 위해 후두전적출술 후 인두를 봉합할 때 하인두괄약근의 봉합은 피해야 한다. 수술 중 인후괄약근절개술(pharyngeal constrictor myotomy) 또는 한쪽 인두신경총절개술(unilateral pharyngeal plexus neurectomy)을 하는 것이 도움되며<sup>13</sup> 양쪽 인두신경총을 제거하면 수술 후 연하장애가 발생할 수 있어 주의해야 한다. 수술 후 인두식도 경련이 있으면 보톡스(botox) 주입술을 시행할 수도 있다.<sup>14</sup>

인공발성관을 삽입하는 방법은 한 손으로 기관공을 막아야 하는 불편감이 있다. 두 손을 모두 사용하기 위해 편한 호흡을 하는 경우에는 정상적으로 기관공을 열고, 말을 하기 위해 기관 압력이 갑자기 증가하면 기관공을 폐쇄하여 인공발성관을 통해 공기를 흘려보내 말을 할 수 있게 하는 자동발성밸브(automatic speaking valve)가 여러 가지 형태로 개발되었으나 이러한 밸브는 피부나 기관에 잘 부착되어 기관내 압력이 증가하여도 공기의 누수가 없어야 하겠다.<sup>40</sup>

음성 재활의 미래

후두전적출술 후 이상적인 음성 재활은 말을 하면서 음식물의 경로를 확보하는 것이다. 이러한 방법에는 수술로써 새로운 성대를 만들어 주는 방법, 인공 후두를 삽입하는 방법, 후두 이식을 하는 방법이 있다. 새로운 수술 방법이나 인공 후두를 삽입하는 방법에 대한 계속

Table 3. 식도 발성, 전기 후두 발성, 기관식도천공 발성의 장단점 비교

	식도 발성	전기 후두	기관식도발성
장 점	1. 양손을 사용할 수 있다. 2. 추가적이 기구나 시술이 필요하지 않다.	1. 쉽게 배울 수 있다. 2. 성공률이 매우 높다. 3. 조기에 환자와 소통이 가능하다.	1. 음성의 질이 좋다. 2. 성공률이 비교적 좋다. 3. 인두, 식도 재건 수술에서도 적용할 수 있다.
단 점	1. 오랜 기간 훈련이 필요하다. 2. 성공률이 상대적으로 낮다. 3. 음성의 질이 기관식도 발성에 비해 나쁘다.	1. 단조로운 기계음으로 기관식도발성에 비해 음질이 나쁘다. 2. 기구를 구입하기 때문에 비용적으로 비싸다. 3. 한 손으로 전기 후두를 잡아야 한다.	1. 추가적인 수술이나 인공발성관이 필요하다. 2. 기관공을 막기 위해 한 손을 사용해야 한다. 3. 인공발성관을 사용하는 경우 비용적으로 비싸다.

적인 연구가 필요하며<sup>41)</sup> 두 명의 환자에서 후두 이식을 시행하여 좋은 음성과 연하 결과를 보고하고 있지만, 평생 면역 억제제를 복용해야 하기 때문에 후두암 수술 환자에서 적용하기는 힘든 부분이 있다.<sup>42)</sup> 면역 억제제 투여로 인한 암 발생 가능성이 있고, 후두 이식을 하여 후두신경을 연결하여도 영구적인 기관절개술이 필요하다는 문제점이 있다. 향후 후두 이식 후 면역 억제제가 필요없는 탈세포화된 후두(decellularized larynx)를 이식하는 방법과 면역학적으로 안전한 3D printing 기술을 이용한 인공후두를 제작하여 이식하는 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

후두전적출술 후 시행할 수 있는 음성 재활 방법인 식도 발성, 전기 후두 발성, 기관식도천공 발성의 장단점을 살펴보았으며 술자는 각각의 술식 및 환자의 요소를 종합적으로 고려하여 적절한 음성 재활을 시행하여야 한다(Table 3).

중심 단어: 후두전적출술 · 음성 재활.

본 연구는 2020년도 부산대학교병원 임상연구비 지원으로 이루어졌음.

## REFERENCES

- 1) Grover S, Swisher-McClure S, Mitra N, Li J, Cohen RB, Ahn PH, et al. Total laryngectomy versus larynx preservation for T4a larynx cancer: patterns of care and survival outcomes. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2015;92(3):594-601.
- 2) Sandulache VC, Vandelaar LJ, Skinner HD, Cata J, Hutcheson K, Fuller CD, et al. Salvage total laryngectomy after external-beam radiotherapy: a 20-year experience. *Head Neck* 2016;38 Suppl 1:E1962-8.
- 3) Farrand P, Duncan F. Generic health-related quality of life amongst patients employing different voice restoration methods following total laryngectomy. *Psychol Health Med* 2007;12(3):255-65.
- 4) van Sluis KE, van der Molen L, van Son RJJH, Hilgers FJM, Bhairosing PA, van den Brekel MWM. Objective and subjective voice outcomes after total laryngectomy: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2018;275(1):11-26.
- 5) Park YH. Swallowing and voice rehabilitation after laryngeal cancer surgery *J Clinical Otolaryngol* 2016;27:234-8.
- 6) Sethi RKV, Deschler DG. National trends in primary tracheoesophageal puncture after total laryngectomy. *Laryngoscope* 2018;128(10):2320-5.
- 7) Lorenz KJ. Rehabilitation after total laryngectomy-Attribute to the pioneers of voice restoration in the last two centuries. *Front Med (Lausanne)* 2017;4:81.
- 8) Matsui H, Iwae S, Hirayama Y, Yonezawa K, Shigeji J. Long-term results of Amatsu tracheoesophageal shunt: follow-up of more than 5 years. *Laryngoscope* 2018;128(6):1395-7.
- 9) Fagan JJ, Lentin R, Quail G. International practice of laryngectomy rehabilitation interventions: a perspective from South Africa. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2013;21(3):199-204.
- 10) Tang CG, Sinclair CF. Voice restoration after total laryngectomy. *Otolaryngol Clin North Am* 2015;48(4):687-702.
- 11) Staffieri A, Mostafea BE, Varghese BT, Kitcher ED, Jalisi M, Fagan JJ, et al. Cost of tracheoesophageal prostheses in developing countries. Facing the problem from an internal perspective. *Acta Otolaryngol* 2006;126(1):4-9.
- 12) Kesteloot K, Nolis I, Huygh J, Delaere P, Feenstra L. Costs and effects of tracheoesophageal speech compared with esophageal speech in laryngectomy patients. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1994;48(4):387-94.
- 13) Zenga J, Goldsmith T, Bunting G, Deschler DG. State of the art: rehabilitation of speech and swallowing after total laryngectomy. *Oral Oncol* 2018;86:38-47.
- 14) Hamaker RC, Blom ED. Botulinum neurotoxin for pharyngeal constrictor muscle spasm in tracheoesophageal voice restoration. *Laryngoscope* 2003;113(9):1479-82.
- 15) Kaye R, Tang CG, Sinclair CF. The electrolarynx: voice restoration after total laryngectomy. *Med Devices (Auckl)* 2017;21(10):133-140.
- 16) Lowry LD. Artificial larynges: a review and development of a prototype self-contained intra-oral artificial larynx. *Laryngoscope* 1981;91(8):1332-55.
- 17) Takahashi H, Nakao M, Kikuchi Y, Kaga K. Intra-oral pressure-based voicing control of electrolaryngeal speech with intra-oral vibrator. *J Voice* 2008;22(4):420-9.
- 18) Goldstein EA, Heaton JT, Stepp CE, Hillman RE. Training effects on speech production using a hands-free electromyographically controlled electrolarynx. *J Speech Lang Hear Res* 2007;50(2):335-51.
- 19) Choi HS, Park YJ, Lee SM, Kim KM. Functional characteristics of a new electrolarynx "Evada" having a force sensing resistor sensor. *J Voice* 2001;15(4):592-9.
- 20) Conley JJ, Deamesti F, Pierce MK. A new surgical technique for the vocal rehabilitation of the laryngectomized patient. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1958;67(3):655-64.
- 21) Asai R. Laryngoplasty after total laryngectomy. *Arch Otolaryngol* 1972;95(2):114-9.
- 22) Staffieri M. Total functional laryngectomy. Surgical technique, indications and results of a personal technic for glottisplasty with reconstruction of the voice. *Monatsschr Otorhinolaryngol* 1973;107(2):77-89.
- 23) Saito H, Matsui T, Tachibana M, Nishimura H, Mizukoshi O. Experiences with the tracheoesophageal shunt method for vocal rehabilitation after total laryngectomy. *Arch Oto-*

- rhinolaryngol 1977;218(1-2):135-42.
- 24) Kramp B, Dommerich S. Tracheostomy cannulas and voice prosthesis. *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2009;8:Doc05.
  - 25) Zocratto OB, Vieira MB, Maia AF, Ferreira AC, Lorangeira LT, Penido MN, et al. The Amatsu's tracheoesophageal shunt: analysis of 84 cases. *J Voice* 2014;28(4):512-4.
  - 26) Cheng E, Ho M, Ganz C, Shaha A, Boyle JO, Singh B, et al. Outcomes of primary and secondary tracheoesophageal puncture: a 16-year retrospective analysis. *Ear Nose Throat J* 2006;85(4):262, 264-7.
  - 27) Karlen RG, Maisel RH. Does primary tracheoesophageal puncture reduce complications after laryngectomy and improve patient communication? *Am J Otolaryngol* 2001; 22(5):324-8.
  - 28) Luu K, Chang BA, Valenzuela D, Anderson D. Primary versus secondary tracheoesophageal puncture for voice rehabilitation in laryngectomy patients: a systematic review. *Clin Otolaryngol* 2018;43(5):1250-9.
  - 29) Chakravarty PD, McMurrin AEL, Banigo A, Shakeel M, Ah-See KW. Primary versus secondary tracheoesophageal puncture: systematic review and meta-analysis. *J Laryngol Otol* 2018;132(1):14-21.
  - 30) Johns ME, Cantrell RW. Voice restoration of the total laryngectomy patient: the Singer-Blom technique. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1981;89(1):82-6.
  - 31) Schäfer P, Klütze N, Schwerdtfeger FP. Voice restoration with voice prosthesis after total laryngectomy. Assessment of survival time of 378 Provox-1, Provox-2 and Blom-Singer voice prosthesis. *Laryngorhinootologie* 2001;80(11):677-81.
  - 32) Lequeux T, Badreldin A, Saussez S, Thill MP, Oujjan L, Chantrain G. A comparison of survival lifetime of the Provox and the Provox 2 voice prosthesis. *J Laryngol Otol* 2003; 117(11):875-8.
  - 33) Mayo-Yáñez M, Cabo-Varela I, Dovalo-Carballo L, Calvo-Henríquez C, Martínez-Morán A, Herranz González-Botas J. Provox 2® and Provox Vega® device life-time: a case-cross-over study with multivariate analysis of possible influential factors and duration. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2018; 275(7):1827-30.
  - 34) Krishnamurthy A, Khwajamohiuddin S. Analysis of factors affecting the longevity of voice prosthesis following total laryngectomy with a review of literature. *Indian J Surg Oncol* 2018;9(1):39-45.
  - 35) Op de Coul BM, Hilgers FJ, Balm AJ, Tan IB, van den Hoogen FJ, van Tinteren H. A decade of postlaryngectomy vocal rehabilitation in 318 patients: a single Institution's experience with consistent application of provox indwelling voice prostheses. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;126(11):1320-8.
  - 36) Talpaert MJ, Balfour A, Stevens S, Baker M, Muhlschlegel FA, Gourlay CW. Candida biofilm formation on voice prostheses. *J Med Microbiol* 2015;64(Pt 3):199-208.
  - 37) Tjoa T, Bunting G, Deschler DG. Injectable soft-tissue augmentation for the treatment of tracheoesophageal puncture enlargement. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* 2018; 144(4):383-4.
  - 38) Jacobs K, Delaere PR, Vander Poorten VL. Submucosal purse-string suture as a treatment of leakage around the indwelling voice prosthesis. *Head Neck* 2008;30(4):485-91.
  - 39) Pazardzhikliev DD, Yovchev IP. Influence of age on pharyngoesophageal spasm rates in laryngectomees. *Folia Med (Plovdiv)* 2007;49(3-4):42-5.
  - 40) Lansaat L, de Kleijn BJ, Hilgers FJ, van der Laan BF, van den Brekel MW. A prospective multicenter clinical feasibility study of a new automatic speaking valve for postlaryngectomy voice rehabilitation. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017;274(2):1005-13.
  - 41) Debry C, Dupret-Bories A, Vrana NE, Hemar P, Lavalley P, Schultz P. Laryngeal replacement with an artificial larynx after total laryngectomy: the possibility of restoring larynx functionality in the future. *Head Neck* 2014;36(11):1669-73.
  - 42) Krishnan G, Du C, Fishman JM, Foreman A, Lott DG, Farwell G, et al. The current status of human laryngeal transplantation in 2017: a state of the field review. *Laryngoscope*. 2017;127(8):1861-8.