

후두골격수술

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실

최 승 호 · 권 민 수

= Abstract =

Laryngeal Framework Surgery

Seung-Ho Choi, MD, PhD and Minsu Kwon, MD

Department of Otolaryngology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Laryngeal framework surgery (LFS) is a unique phonosurgical concept that enables us to influence the laryngeal biomechanics by changing the shape/position of the laryngeal cartilages. LFS procedures can be favorably combined with one another but also with other phonosurgical methods, and they are usually reversible and correctable. Type I thyroplasty and arytenoid adduction are still useful in spite of the recent popularity of injection laryngoplasty. Basic surgical principles have seldom been changed since Isshiki's development, but a number of modifications have been tried and are still going on. These delicate surgeries require exhaustive training, but the reward is great to both the surgeon and the patient.

KEY WORDS : Laryngoplasty · Thyroplasty · Arytenoid adduction.

서 론

음성수술(phonosurgery) 중 성대에 직접 가해지는 방법은 불가피하게 성대의 섬세한 구조를 손상시킬 가능성을 가지고 있으며 이는 수술 후 성대의 반흔과 구축을 유발할 위험이 있다. 그에 따라 성대를 직접 조작하지 않고 후두 연골의 위치나 모양을 변화시킴으로써 후두 내 생태역학을 조절하여 음성을 향상시키는 방법이 대두되었는데, 1915년에 Payr가 경갑상접근법(transthyroidal approach)을 이용한 성대내전술(vocal fold medialization)을 시행한 것이 최초의 시도로 알려져 있다.¹⁾ 1970년도 들어 Isshiki는 이러한 술식을 후두골격수술(laryngeal framework surgery)이라고 명칭하였으며, 기능적 결과에 따라 갑상성형술(thyroplasty) 제1형(성대의 내측전위), 제2형(성대의 외측전위), 제3형(성대의 이완; 전후 길이 단축) 및 제4형(성대의 긴장; 전후길이의 연장)의 네 가지로 분류하였다.²⁾ 이후로 다양한 술식과 명칭이 소개되며 후두골격수술의 정확한 개념이 불분명해져서 이와 관련된 용어의 재정립이 필요하게 되었다. 유럽후두학회(European Laryngolog-

ical Society)에서는 2001년에 후두골격수술을 1) 음성을 향상시키거나 회복시키기 위한 수술로서 2) 후두골격 및/또는 연관근육들에 행해지며 3) 성대의 위치 및/또는 긴장도를 교정하기 위한 것으로 정의하였다. 또한 Isshiki의 분류법을 재정립하여 후두골격수술을 기능적 결과에 따라 근접후두수술(approximation laryngoplasty), 확장후두수술(expansion laryngoplasty), 이완후두수술(relaxation laryngoplasty), 및 긴장후두수술(tensioning laryngoplasty)의 네 가지로 분류하였다(Table 1).³⁾

앞서 언급한 바와 같이, 후두주입술(injection laryngoplasty) 등과는 달리 성대에 직접적인 외상을 가하지 않아 술후 반흔형성과 같은 합병증이 없고 성대점막 진동에 영향을 주지 않으므로 보다 좋은 음성을 기대할 수 있다는 점이 후두골격수술의 이론적 배경이다. 최근 다양한 주입물과 방법의 개발을 바탕으로 후두주입술이, 기술적인 어려움과 피부절개가 필요한 침습적인 단점을 지닌, 후두골격수술을 대체하려 하고 있으나 여전히 음성수술에 있어 후두골격수술만이 가지고 있는 독자적인 기능과 역할이 존재한다.

책임저자: 최승호, 138-736 서울 송파구 88올림픽로 43길
울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실
전화: (02) 3010-3750 · 전송: (02) 489-2773
E-mail: shchoi@amc.seoul.kr

적응증 및 수술 전 검사

후두골격수술의 적응증은 형태학적 관점이 아니라 환자 개

Table 1. Laryngeal framework surgery : classification and nomenclature

Approximation laryngoplasty	
Medialization thyroplasty (type I thyroplasty)	
Arytenoid adduction	
Expansion laryngoplasty	
Lateralization thyroplasty (type II thyroplasty)	
Vocal fold adduction	
Relaxation laryngoplasty	
Shortening thyroplasty (type III thyroplasty)	
Tensioning laryngoplasty	
Cricothyroid approximation (type IVa thyroplasty)	
Elongation thyroplasty (type IVb thyroplasty)	
From European Laryngological Society (2001) ³⁾	

개인의 요구에 부합하는 음성의 개선이라는 기능적 측면에 근거해야 한다. 다시 말해서, 환자의 요구에 의한 수술이므로 수술 전 환자에 대한 세심한 평가와 상담 및 주지된 동의(informed consent)가 필요하다. 여러 형태의 후두골격수술 중에서 어떠한 술식이 가장 좋은 결과를 가져올 수 있는지 선택하고, 성대를 어느 정도 내측전위 혹은 연장 혹은 단축해야 할지 신중하게 평가해야 한다.

수술 전 자세한 병력 청취를 통해 환자의 음성 이상을 유발하게 된 원인 및 기저질환을 파악하도록 한다. 또한 후두스트로보스코피(laryngostroboscopy), 공기역학검사(aerodynamic study), 음향분석(acoustic analysis), 청각심리검사(psychoaoustic analysis) 및 후두근전도(laryngeal electromyography) 등의 다양한 음성검사를 시행하여 수술 전 환자 상태를 정확히 파악하고 최선의 효과를 가져올 수 있는 술식을 선택하는데 있어 도움을 받을 수 있으며 수술 전후 상태 변화를 객관적으로 평가하는 자료로 이용할 수 있다.⁴⁾ Isshiki는 다양한 후두압박검사(laryngeal manual compression test)를 통해 갑상연골과 윤상연골을 손으로 조작해서 성대의 위치, 모양, 장력 등에 변화를 줌으로써 음성의 변화를 관찰하였고, 검사 결과 음성의 질이 호전되는 양성반응을 보이면 수술의 결과 역시 성공적일 것으로 기대할 수 있다고 주장하였다.²⁾ 이는 후두의 수기 압박 시 각각 유형의 갑상성형술 후 상태를 모사하는 것이기 때문이며 외래에서 수술 전 기본적으로 시행해볼 수 있는 검사법이다.

수술 종류 및 방법

실제 임상에서 후두골격수술의 주 대상은 편측 성대마비 환자이며 이는 근접후두수술에 해당되는 제1형 갑상성형술과 피열연골내전술의 적응 대상이다. 따라서 아래 술식에 대한 설명에서는 제1형 갑상성형술과 피열연골내전술에 대해 중

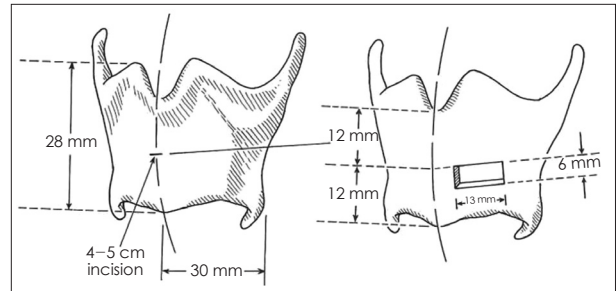


Fig. 1. Window (Isshiki's window) design in type 1 thyroplasty. The midpoint between the superior and inferior thyroid notches corresponds to the endolaryngeal level of vocal fold. The window should be outlined, with the vocal fold line being the upper line of the rectangle. The anterior vertical line should be about 5–7 mm from the median line of the thyroid cartilage. Window sizes are usually 5×12 mm in men and 4×10 mm in women respectively.

점적으로 기술하도록 하겠다.

1. 제1형 갑상성형술(Type I thyroplasty)

성대를 내측전위 시키는 제1형 갑상성형술은 편측 성대마비 환자에서 가장 흔하게 시행되며 그 밖에 성대의 위축이나 연축성 발성장애(spasmodic dysphonia) 등에도 적용된다.⁵⁾ 국소마취 하에서는 환자의 음성 개선 정도를 실시간으로 피드백 받을 수 있는 장점이 있으나, 제1형 갑상성형술 단독으로 시행하는 경우보다는 피열연골내전술(arytenoids adduction) 등과 동시에 시행하는 경우가 많아 전신마취가 선호된다.

수술 순서는 다음과 같다. 먼저 갑상연골 중간부위에 마비측 방향으로 좀 더 길게 4~5 cm 길이의 수평 피부절개를 가한 후 광경근하 피부피판(subplatysmal flap)을 들어올린다. 그 다음 피대근(strap muscle)을 확인한 후 박리하여 갑상연골을 노출시킨다.

Isshiki가 소개한 방법에서는 사각모양으로 갑상연골에 창(window)을 도안한 후 실리콘 썬(Silastic shim)를 이용하여 성대를 내측전위 시키는데, 수술의 관건은 창(창)의 위치에 따른 삽입물의 최적 위치이다. 갑상연골의 상하 절흔(notch)의 한가운데 높이가 후두 내측의 성대 부착부위와 일치하며 성대의 후방 주행은 갑상연골 하연과 평행하게 이루어진다. 따라서 창(창)의 도안 시 상연이 성대의 높이 및 주행과 일치하도록 해야 한다. 창(창)의 앞쪽 세로연은 갑상연골의 정중앙선에서 5~7 mm 후방에 위치시키는데 이 앞쪽 절개선을 정중앙에 너무 가깝게 만들면 전연합부 부위에 위치하게 되므로 주의해야 한다. 창(창)의 크기는 남자의 경우 5×12 mm, 여자의 경우 약 4×10 mm가 되도록 도안한다(Fig. 1).

갑상연골 외측 연골막을 들어올리고 이과용 드릴이나 칼을 이용하여 창(창)을 만든다. 미세거상기를 이용하여 창(창)의 연골을 내측 연골막으로부터 조심스럽게 박리하여 실리콘 조각을

Table 2. Medialization thyroplasty : materials and implant systems

Alloplastic	Autogen
Silicone	Cartilage
Polyethylene	Fascia
Ceramic	Fat
Gore-Tex	
Hydroxyapatite	
Titanium	
Free-formed	Preformed
Silicone	Montgomery
Polyethylene	Cummings
Gore-Tex	Friedrich
Autogen implants	

넣을 수 있는 여유 공간을 만든다. 실리콘 썬이나 마개(plug)를 이용하여 내측전위를 고정하는데, 실리콘이 유연한 재질이기에 때문에 애초에 조정한 만큼의 두께로 만들어도 적절한 내측전위가 충분히 이루어지지 않을 수 있음을 감안해야 한다.

내측 연골막과 갑상연골 사이에 가는 미세거상기를 대고 보호하면서 석회화된 갑상연골에 미세 드릴을 이용해 구멍을 뚫는다. 1~2개의 나일론 4-0 봉합사를 구멍과 실리콘 마개에 통과시킨 후 석상봉합(mattress suture)으로 고정한다.

현재까지 다양한 삽입물과 변형된 술식이 소개되었으며 이는 Table 2에 정리하였다. 또한 현재 세 곳의 회사에서 삽입물을 상용화하여 시판하고 있는데, Montgomery Thyroplasty Implant System에서는 다양한 크기와 모양의 실리콘 썬,⁶⁾ VoCom System에서는 hydroxyapatite로 만들어진 제품을,⁷⁾ 그리고 백금을 이용한 Titanium Vocal Fold Medializing Implant 등이 이에 해당된다.⁸⁾

수술 후 1주일 간 발성을 완전히 금하고 항생제를 투여한다. 수술 후 2~3주간은 성문부의 부종으로 인해 거친 음색이 지속됨을 환자에게 미리 주지시킨다. 음성이 호전되었다가 수 개월이 경과한 후 다시 수술 전의 상태로 되돌아가는 경우가 있는데, 가장 가능성이 높은 원인은 근육과 주변 연조직의 위축에 의한 것이다. 이를 예방하기 위해서는 수술 후 초기에 음성이 다소 거칠더라도 수술 시 과교정하여 성문틈이 완전히 없어지도록 해야 하며, 과교정 될 경우 두어 달 간은 거친 음성이 지속될 수 있다는 것을 환자에게 설명하도록 한다.

2. 피열연골내전술

피열연골내전술은 1948년 Morrison 등⁹⁾에 의해 처음 소개되었으며 피열연골의 근돌기(muscular process)를 봉합사로 당겨 외측윤상피열근(lateral cricoarytenoid muscle)의 기능을 모사하는 것이 주요 작용 기전이다.

성문 후부의 틈이 넓고 높낮이의 차가 있는 편측 성대마비의 경우에는 제1형 갑상성형술만으로는 만족할 만한 결과를

얻을 수 없다. 피열연골내전술은 기술적인 어려움이 있으나 생리적인 방식으로 피열연골의 성대돌기를 내전 및 회전시켜 줌으로써 넓은 성문 후부 틈이나 높아진 마비측 성대를 충분히 교정해줄 수 있다. 그러나 막성 성대의 위축이나 힘이 있는 경우에는 이 술식으로 만족스러운 결과를 얻을 수 없으며 이때는 제1형 갑상성형술 혹은 후두주입술 등과 동시에 시행하면 좋은 결과를 얻을 수 있다.

Isshiki의 방법에 따른 수술 순서는 다음과 같다.^{2,10)} 갑상성형술에서 기술한 것과 마찬가지로 갑상연골을 노출시킨 후 갑상연골판의 하연과 평행으로 성대의 유리연과 같은 면의 가상 선을 긋는다. 이 선은 피열연골의 성대돌기와 일치하게 되며 윤상피열관절(cricothyroid joint)을 찾는데 지표로 사용할 수 있다.

갑상연골 후연의 내측으로 연골막을 박리한 후 윤상갑상관절(cricothyroid joint)을 분리한다. 갑상연골 후연을 전내측으로 견인하여 이상와(pyriform sinus)를 노출시킨 후 후두 내로 들어가지 않도록 조심하면서 이상와 점막을 상후방으로 들어올린다.

후윤상피열근(posterior cricoarytenoid muscle)을 확인한 후 이를 따라 전상방으로 축지하면서 피열연골의 근돌기를 확인한다. 근돌기를 확인할 수 있는 다른 방법은 윤상갑상관절에서 사선으로 약 1 cm 상방에 성대와 같은 높이에서 찾는 것이다(Fig. 2).

근돌기를 확인한 후 윤상피열관절을 부분적으로 열어서 술 후 관절의 경직을 유도하고 술중에 피열연골이 회전될 수 있게 한다. 관절낭을 완전히 열면 성대를 전하방으로 견인하는 힘이 작용할 때 전후 길이가 짧아지게 되므로 주의해야 한다.

피열연골의 근돌기를 4-0 나일론으로 꿰고 나서 다시 갑상연골판의 앞쪽을 통과시켜 근돌기를 견인한다. 다른 하나의 봉합은 충분한 양의 근돌기 주위 연조직, 주로 외측 윤상피열근을 통과시켜서 장력에 견딜 수 있도록 한다. 견인하는 갑상연골의 봉합 위치에 따라 성대의 내전되는 정도가 결정되는데, 갑상연골판에 주사바늘을 이용하여 구멍을 뚫어 묶기도 하고 제1형 갑상성형술과 같이 시행할 때에는 갑상성형술 시 고안된 창(창)의 후하방 모서리에 묶기도 한다.¹¹⁾ 국소마취 하에서는 환자가 편안한 자세에서 발성하게 하여 결과가 만족스런 상태일 때 견인하는 실을 묶는다.

Isshiki와는 달리 Woodson은 피대근의 외측으로 접근하여 후두를 반대편으로 들어올리게 되면 경동맥초(carotid sheath)와 멀어지게 되면서 수술 시 이 구조물의 손상 위험을 방지할 수 있는 장점이 있다고 했다(Fig. 3).¹²⁾ 이 경우 아래쪽으로는 하인두괄약근(inferior constrictor muscle)과 위쪽으로 갑상연골 상각까지 노출시킨 다음 연골 혹은 갑상연골에 걸쳐

수술측 반대편으로 회전시킨다. 그 다음 내측으로는 갑상선, 아래쪽으로 운상연골 위치까지 박리를 지속한다. 이후의 피열연골 근돌기를 찾기까지의 과정은 Isshiki의 방법과 유사하다. 그러나 Woodson은 만약 내전봉합 후 피열연골이 앞으로 주저앉아(sagging) 정상측 성대보다 높이가 낮아진다면

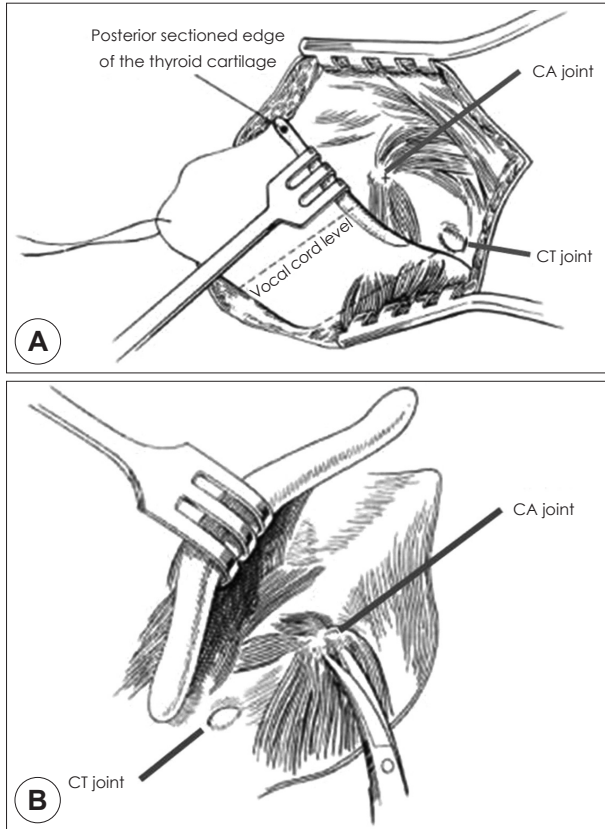


Fig. 2. Methods for identifying muscular process of the arytenoids for arytenoids adduction. A : Muscular process is located at the level of vocal fold. B : Distance between cricothyroid (CT) joint and cricoarytenoid (CA) joint is less than 1 cm. Fig. from Isshiki N.²⁾

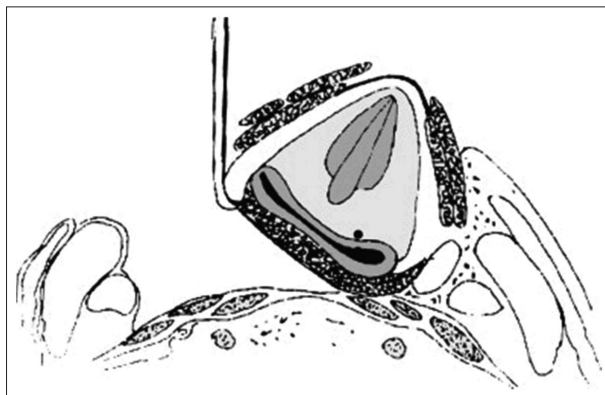


Fig. 3. Surgical approach to the arytenoid, lateral to cervical strap muscles. The larynx is rotated to the opposite side, by means of traction on the superior cornu of the thyroid cartilage. Fig. from Woodson GE.¹²⁾

후방현수봉합(posterior suspension suture)이 필요하다고 했다(Fig. 4).¹³⁾ 후방현수봉합은 피열연골 근돌기보다 수 mm 위쪽의 침부로 향하는 능선에 봉합 후 갑상연골의 하각에 고정하여 아래쪽 방향으로 견인하는 것을 말한다. 왜냐하면 마비측 성대는 후윤상피열근의 기능이 없으므로 피열연골내전술 시 성대는 전하방으로 기울게 되며 앞쪽 끝 방향의 주저앉음을 악화시키기 때문이다. 따라서 후방현수봉합으로 성대돌기(vocal process)를 후하방으로 당기게 되면 후윤상피열근의 기능을 모사하여 발성 시 정상측 성대 높이와 유사하게 맞출

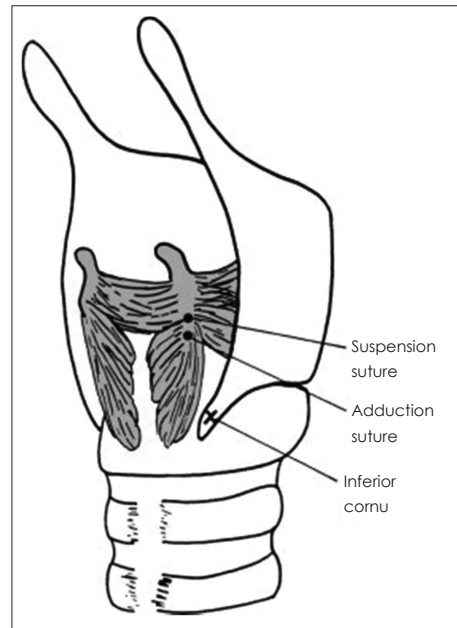


Fig. 4. Posterior view of larynx demonstrating muscular process attachment of the arytenoid adduction suture and the suspension suture. The suspension suture is anchored to the inferior cornu of the thyroid cartilage. Fig. from Woodson GE.¹²⁾

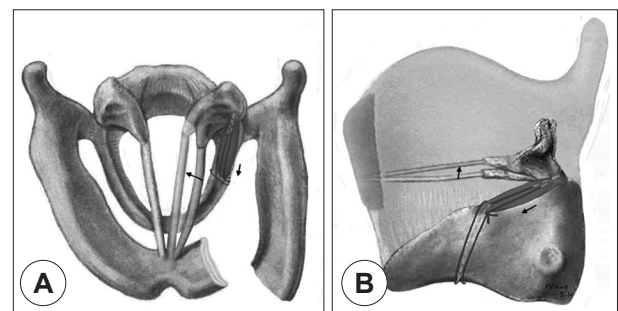


Fig. 5. Arytenoid adduction-cricoid suture technique by Su CY et al. Simulates the adducting force of the lateral cricoarytenoid muscle by attaching surgical suture to the muscular process of the arytenoid cartilage and applying force in the ventrocaudal direction to the cricoid cartilage. With the action of this suture, the anteroinferior-displaced vocal process is then moved in a mediocephalodorsal direction, and a more physiologic configuration and position of the paralyzed arytenoid as well as the vocal fold are therefore obtained. Fig. from Su CY et al.¹⁴⁾

수 있게 된다. 마찬가지로의 개념으로 Su 등¹⁴⁾은 갑상연골에 봉합을 고정하는 방법 대신 주 성대내전근인 측윤상피열근(lateral cricoarytenoid muscle)의 작용방향, 즉, 방정중접근(paramedian approach)으로 윤상연골에 고정한 결과 수술 후 음성 개선이 훨씬 좋은 것으로 보고하였다(Fig. 5). 저자 또한 피열연골내전술 시 봉합의 견인 방향을 성대 높이가 아닌 하방(실의 한 끝은 성대 높이, 나머지 한 끝은 윤상갑상막으로 통과)으로 당겨야 발성 시 성대의 높이를 맞출 수 있다고 생각한다.

피열연골을 내전시키는 방법에 따라 피열연골내전술을 두 가지로 분류할 수도 있는데, 위에서 설명한 피열연골 회전기법(rotation technique)은 근돌기나 부착된 근육에 봉합을 하는 것이며 피열연골 고정기법(fixation technique, arytenoidopexy)은 피열연골 전체를 윤상연골판에 봉합하는 방법이다.

앞서 설명한 후두주입술이나 제1형 갑상성형술과의 병행 치료 외에도 최근에는 신경근유경피판문합술(neuromuscular pedicle transfer)과 피열연골내전술의 병행을 통해 좋은 성적이 보고되고 있다.^{15,16)} 또한 내시경을 이용하여 피열연골내전술의 기술적인 어려움을 극복하고 치료성적을 높이고자 하는 시도들이 있었다.^{17,18)}

3. 제2형 갑상성형술

제2형은 성대를 외측으로 외전시키는 술식이다. 갑상연골에 수직의 절개선을 긋고 후반부를 전반부위에 걸쳐 놓으므로 성문부를 뒤쪽으로 넓혀주게 된다. 연축성 발생장애 환자에서 적용되었지만 효과가 좋지 않아 현재 잘 시행되지 않는 데, Isshiki는 제2형 갑상성형술 후 결과가 좋지 않은 환자에게 대해 백금 가교(titanium bridge)를 갑상연골 절개부위 상하로 삽입하여 기존 방법으로 인한 문제를 해결함으로써 좋은 치료 결과를 보고하였다.¹⁹⁾

4. 제3형 갑상성형술

제3형은 성대주름의 전후 길이를 줄여주어 이완시킴으로써 음조를 낮추기 위해 시행한다. 변성장애(mutational falsetto) 환자가 주요 대상이 된다.

5. 제4형 갑상성형술

제4형은 Isshiki 등이 처음 기술한 것으로 봉합으로 윤상연골과 갑상연골을 접근시킴으로써 윤상갑상근(cricothyroid muscle)이 수축하는 작용처럼 음성의 음조를 높이는 술식이다.

결 론

후두골격수술은 후두 연골의 모양 또는 위치를 변화시켜 후두 생태역학을 조절하는 음성수술 방법으로 성대의 섬세

한 구조를 손상시키지 않는 장점을 가지고 있다. 또한 대부분의 후두골격수술은 가역적이고 수정이 가능하며 여러 가지 술식과 병행할 수 있다. 후두골격수술 중 제1형 갑상성형술과 피열연골내전술은 후두주입술의 발전과 대중화에도 불구하고 여전히 효용성을 지니고 있으며 변형된 방법들과 다양한 술식의 조합으로 발전을 거듭하고 있다. 기술적인 어려움만 극복된다면 술자와 환자 모두에게 큰 만족감과 향상된 삶의 질을 제공할 수 있는 유용한 수술일 것이다.

중심 단어 : 후두골격수술 · 갑상성형술 · 피열연골내전술.

REFERENCES

- 1) Payr E. Plastik am Schildknorpel zur Behebung der Folgen einseitiger Stimmbandlähmung. *Dtsch Med Wochenschr* 1915;43:1265-70.
- 2) Isshiki N. *Phonosurgery*. Tokyo: Springer-Verlag;1989.
- 3) Friedrich G, de Jong FI, Mahieu HF, Benninger MS, Isshiki N. *Laryngeal framework surgery: a proposal for classification and nomenclature by the Phonosurgery Committee of the European Laryngological Society*. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001;258:389-96.
- 4) Ryu IS, Nam SY, Han MW, Choi SH, Kim SY, Roh JL. Long-term voice outcomes after thyroplasty for unilateral vocal fold paralysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;138:347-51.
- 5) Kim KM. *Phonosurgery*. In *Otolaryngology Head and Neck Surgery*. 2nd ed. Seoul: Ilchokak;2009. p.1991-2007.
- 6) Montgomery WW, Montgomery SK. Montgomery thyroplasty implant system. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1997;170:1-16.
- 7) Cummings CW, Purcell LL, Flint PW. Hydroxylapatite laryngeal implants for medialization. Preliminary report. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993;102:843-51.
- 8) Friedrich G. Titanium vocal fold medializing implant: introducing a novel implant system for external vocal fold medialization. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999;108:79-86.
- 9) Morrison LF. The reverse King operation; a surgical procedure for restoration of phonation in cases of aphonia due to unilateral vocal cord paralysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1948;57:945-56.
- 10) Isshiki N, Tanabe M, Sawada M. Arytenoid adduction for unilateral vocal cord paralysis. *Arch Otolaryngol* 1978;104:555-8.
- 11) Friedrich G, Gugatschka M, Kiesler K, Pertl L, Gerstenberger C, Weiglein A, et al. A transthyroidal method for arytenoid adduction: a basic anatomical study. *J Voice* 2012;26:526-9.
- 12) Woodson GE. Arytenoid adduction. In: Flint P, editor. *Cummings Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 5 ed: Mosby;2010. p.912-6.
- 13) Woodson GE, Picerno R, Yeung D, Hengesteg A. Arytenoid adduction: controlling vertical position. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2000;109:360-4.
- 14) Su CY, Tsai SS, Chuang HC, Chiu JF. Functional significance of arytenoid adduction with the suture attaching to cricoid cartilage versus to thyroid cartilage for unilateral paralytic dysphonia. *Laryngoscope* 2005;115:1752-9.
- 15) Yumoto E, Sanuki T, Toya Y, Kodama N, Kumai Y. Nerve-muscle pedicle flap implantation combined with arytenoid adduction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;136:965-9.
- 16) Hassan MM, Yumoto E, Kumai Y, Sanuki T, Kodama N. Vocal outcome after arytenoid adduction and ansa cervicalis transfer. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2012;138:60-5.
- 17) Kwon TK, Jeong WJ, Sung MW, Kim KH. Development of endoscopic arytenoid adduction using cricoid implant. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2007;116:770-8.

- 18) Murata T, Yasuoka Y, Shimada T, Shino M, Iida H, Takahashi K, et al. A new and less invasive procedure for arytenoid adduction surgery: endoscopic-assisted arytenoid adduction surgery. *Laryngoscope* 2011;121:1274-80.
- 19) Isshiki N, Sanuki T. Surgical tips for type II thyroplasty for adductor spasmodic dysphonia: modified technique after reviewing unsatisfactory cases. *Acta Otolaryngol* 2010;130:275-80.