

## 레이저를 이용한 기관협착의 치료

단국대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실 의학레이저연구센터

정필상 · 김한균 · 이정구

### General Consideration for Laser Application on Tracheal Stenosis

Phil-Sang Chung, MD, Han-Gyun Kim, MD, Chung-Ku, Rhee, MD

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Medical Laser Research Center,  
College of Medicine, Dankook University, Cheonan, Korea

### 서 론

기관 협착은 이비인후과 영역에서 치료하기 힘든 질환 중의 하나로서, 원인은 선천성, 외상 그리고 염증 등이고 최근에는 교통사고에 따른 외상환자가 증가하면서 기관내 삽관, 기관절개술 등에 의한 것이 가장 많다<sup>1)</sup>. 그러나 기관 협착의 치료법은 기관 절개술이나 확장술(dilatation), 협착부위에 스테로이드 주입, 스텐트(stent)의 삽입치료 등과 같은 내시경을 이용한 방법과 자가이식편을 이용한 재건술, 단단문합술과 같은 다양한 절개 수술 방법(open surgical method) 등이 개발되어 이용되어 왔으나 각 질환 및 환자에 따른 적절한 치료법을 선택하는데는 많은 어려움을 주고 있다. 적절한 치료방법의 선택시에는 다양한 기관 손상의 양상과 병소의 위치, 정도, 기간, 원인 등과 같은 여러 인자들을 고려해서 선택해야 하지만 절개 수술 방법의 경우에는 동반되는 수술의 사망률과 이환률이 높다<sup>2)</sup>.

레이저를 이용한 수술은 우수한 정밀도와 지혈작용, 수술 후 부종과 상흔의 최소화 등의 여러 장점이

있다. 최근에는 후두의 양성병변은 물론이고 새로운 수술방법의 발전과 사용기구의 발달로 후두-기관 협착과 악성종양 수술 등에도 레이저를 이용한 수술이 널리 확대되고 있다. 저자들은 효과적이고 안전한 레이저 수술을 위하여 마취관리와 사용기구에 대하여 알아보고 레이저를 이용한 기관협착의 치료를 문헌 고찰을 통하여 알아보고자 하였다.

### 레이저 기도수술의 마취관리

레이저수술의 마취관리에서 가장 중요한 관심사는 기관 내의 튜브발화와 폭발과 같은 치명적인 합병증을 예방하는 것이다. 기도수술이 필요한 환자들은 보통 노인이고, 만성 폐질환, 흡연자, 방사선치료 후 상태, 심장병, 폐수술 후 상태, 종양으로 인한 기도의 변형 등 많은 합병증을 가지고 있는 경우가 많아서 자세한 환자의 수술 전 평가와 함께 수술의사는 마취의사와 함께 수술에 관하여 충분히 수술 계획을 토의하고 이해하는 것이 중요하다<sup>3)</sup>.

레이저 수술시 마취 가스의 환기(ventilation)와 마취 유지를 위한 마취방법의 선택에는 수술하는 병변의 위치에 따라 달라지게 된다.

#### 1) 마스크를 이용한 방법 (Insufflation Technique)

기도삽관이 절대적으로 필요하지 않다면 마스크를

교신저자 : 정필상, 330-714 충청남도 천안시 안서동 산 29 단국대학교 의과대학 이비인후과학교실  
전화 : 041)550-3975, 전송 : 041)556-1090  
E-mail : pschung@anseo.dankook.ac.kr

이용한 흡입마취만을 사용할 수 있다. 이 방법은 수술시야를 넓게 확보할 수 있고 화재가 날 수 있는 튜브 없이 수술할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 마취 의사가 환자의 호흡을 조절 할 수 없고 흡인(aspiration)에 의한 기도폐쇄의 위험이 있다. 또 수술실이 마취 가스로 오염되고 마취의 깊이를 조절할 수 없기 때문에 널리 사용되지는 않는다<sup>4)5)</sup>.

## 2) 정맥마취 (Intravenous Anesthesia)

지속적인 정맥마취는 기본적으로 레이저 수술에 적합한 마취방법이며 각각의 마취제의 선택은 대부분 마취의사의 개인적인 선호도와 임상경험에 의하지만 특별한 상황에서는 마취제의 약리학적 성향에 따라 조절이 가능하다. 가장 널리 사용되는 정맥마취제는 propofol이고 사용량은 대략 4~10 mg/kg/h를 정맥주사하여 수술시간과 마취정도에 따라 용량을 조절한다. 비교적 환자의 순응도는 좋은 편이고 짧은 수술시에도 사용 가능하다. propofol은 인두와 후두의 반사반응을 억제하는 장점이 있고 부작용으로는 서맥(bradycardia)이 나타날 수 있으나 이는 부교감신경 차단제 Robinul의 투여로 예방이 가능하다<sup>6)</sup>.

## 3) 기관삽관술 (Endotracheal Intubation)

기관내 튜브를 사용하는 전신마취는 기도를 가장 안전하게 확보하여 흡인을 방지할 수 있는 마취방법으로서 가장 많이 쓰이는 방법이며 저자들도 대부분에서 기관삽관술을 사용하고 있다. 기관내 튜브는 수술시야를 좁힐 수 있으므로 마취의사와 협의하여 일반적으로 사용되는 크기보다 작은 것을 사용해야 한다. 보통 내경 5~6 mm이면 기도의 조절도 적당히 되고 수술의사도 관의 주위로 수술하기에 적당하다<sup>7)</sup>.

레이저가 튜브벽을 완전히 통과하면 마취가스가 새어 나오게 되어 발화가 시작될 수 있고, 마취가스의 압력에 의하여 불꽃이 생기게 된다. 그러므로 마취가스의 산소 배당율(FiO<sub>2</sub>)이 중요하고 그 비율은 반드시 40% 이하이어야 한다<sup>8)</sup>. 즉 마취중 가스의 발화를 최소화하면서도 환자의 산소화는 충분히 제공하는 것이 이상적이지만 레이저 수술을 받는 환자들은 흔히 전신 상태가 나쁘기 때문에 이 두 가지 목적을 동시에 달성하는 것이 매우 어렵다. 아산화질소

(N<sub>2</sub>O)는 가연성이 있기 때문에 사용해서는 안되고 공기-산소, 헬륨-산소 혼합가스를 사용하는 것이 좋다.

## 4) 제트 환기 (Jet Ventilation)

기관삽관술로 수술시야를 확보하기 힘든 경우 제트환기로 후두경을 통하여 마취를 해야 하며 이때 후두경의 위치가 정확히 놓이지 않으면 산소가 기관지로 들어가지 않고 식도와 위장을 팽창 시킬 수 있다. 이로 인하여 기흉, 종격동의 기종, 기타 기압외상(barotrauma)이 발생할 수 있으므로 이 방법은 일차적인 마취방법으로는 자주 쓰이지는 않는다<sup>4)</sup>. 제트환기의 임상 적응증에는 성대 후교련부(posterior commissure)의 병변이나 광범위한 성문부 질환으로 정상적인 기관 삽관이 어려운 경우에 시행할 수 있고 기관지경 검사에도 사용할 수 있다. 그러나 흡인의 위험성을 완전히 배제할 수 없기 때문에 대체적으로 수술시간이 짧은 경우에 시행한다. 제트 기류(jet stream)는 다양한 길이의 소식자(probe)를 이용하여 성문상문부와 성문하부에 공급할 수 있으며 윤상갑상인대(cricothyroid ligament)를 통한 경기관(transtacheal) 제트 환기를 시행 할 수 있다. 소식자의 침부(tip)는 반드시 기관 분기점 위에 위치하여야 하고 맥박 산소측정기(pulse oxymetry)와 동맥혈 가스분석(ABGA)을 통한 환자상태의 감시가 필요하다. 기존의 폐질환이 없는 정상성인의 경우 기계설정은 분당 12~20 L의 유량, 100~150회의 환기 빈도(ventilating frequency), 30~40%의 주입시간(insufflation time), 0.7~2.1 bar의 주입압력 등이 적당하며 심한 폐질환, 심장질환, 전체적 비만(gross obesity) 그리고 고령인 경우에는 사용금지이다<sup>6)</sup>.

## 레이저를 이용한 미세수술시 사용되는 수술기구

### 1) 후두경 (Laryngoscope)

뜻하지 않은 레이저 광선의 반사 위험을 없애기 위하여 모든 수술기구와 주위의 물질들은 레이저 수술에 적합하게 제작된다. 비광택성의 재질로 레이저 반사를 없애고 흡인관(suction tube)의 착탈이 용이

하며 수술시 발생된 연기를 제거하기 위한 흡인기를 적절하게 위치시킬 수 있어야 하는데 최근 제작된 후두경에는 본체에 흡인을 위한관이 일체형으로 붙어있다. 또한 환자의 연령과 병변의 위치에 따른 다양한 크기와 길이의 후두경이 필요하다. 즉 폐쇄형 후두경(closed laryngoscope)의 경우 내경이 좁고 길이가 길수록 일반적인 크기의 후두경으로는 접근이 어려운 소아 환자 그리고 후두내로 접근이 용이하다. 후두경의 내경을 여러 단계로 조절할 수 있는 확장형 후두경(distending laryngoscope)은 성문상부와 하인두 병변의 수술에 적합하고 넓은 수술시야로 방향 감각이 좋고 기구조작이 쉬운 장점이 있다.

## 2) 후두미세기구

후두 미세수술 기구의 발전은 최소한의 수술기구를 갖고 수술할 수 있도록 발전해왔다. 흔히 쓰이는 기구를 살펴보면 먼저 *파악 겸자*(grasping forcep)로서 점막의 병변을 잡고 당기거나 제거하는데 사용되며 톱니모양으로 생겼고 크기와 모양이 다양하다. *흡인관*(suction tube)은 다양한 내경으로 이루어졌고 연기의 흡인과 전기소작에 사용하고 *파악 겸자*처럼 레이저 수술시 병변을 당기는 조작용 하는데 이용할 수 있다. *지혈 겸자*(coagulation forcep)는 작은 혈관이나 작은 내경의 혈관 기부(stump)에 정확한 전기소작을 하기 위하여 고안된 겸자로서 표면에 절연 피막으로 도장처리가 되어있다. 상후두동맥(superior laryngeal artery) 같은 큰 혈관에서 발생한 출혈은 전기소작으로는 미흡하고 *혈관 클립*(vascular clip)을 사용한다. 또한 레이저 조사시에 정상점막을 보호하기 위하여 다양한 크기와 모양으로 만들어진 *보호 받침*(protecting shield)을 사용하는데 흡인관을 겸용으로 사용할 수 있어 시야확보에 도움을 준다.

## 레이저를 이용한 기관협착의 치료

### 1. 진단 및 평가

진단시 자세한 문진과 내시경검사를 포함한 정확한 이학적 검사를 시행한다. 이때 협착부위에 대한 정확한 인식이 있어야 하며 협착의 부위, 정도, 협착부위의 질(경성 혹은 연성), 성대의 운동성 여부 및

기능손상의 정도 등을 파악하는 것이 적절한 치료에 도움이 된다. 초진시 정확한 병력을 습득하고 간접 후두경, 직접 후두경 및 기관지경 검사 등을 시행한다. 후두 및 기관의 방사선학적 검사는 유용한 정보를 제공하고 MDR CT와 같은 3차원 영상을 제공하는 고해상도 CT가 도움을 줄 수 있으며 특히, 이전의 수술이 실패한 경우, 연골 결손의 정도가 불확실한 경우, 내시경적 검사로 협착의 정도를 정확히 알 수 없는 경우 등에서 중요한 의미를 지니게 된다.

## 2. 수술방법의 선택

### 1) 선천성 후두-기관 협착

협착의 정도는 Cotton의 grading system이 많이 이용되고 있으며 중등도 이상의 협착이 있으면 기관 절개술을 필요로 한다<sup>9)</sup>. 기도가 유지되면 내시경적 수술과 절개수술을 고려할 수 있다. 내시경적 수술은 확장술과 레이저를 이용한 협착부위 제거술이 대표적이며 스텐트의 삽입과 한랭수술(cryosurgery), 스테로이드 주입 등의 방법이 있다. 일반적으로 협착의 정도가 심하지 않은 경우 내시경적 수술이 필요한 것으로 알려져 있으나 최근에 수술현미경을 비롯한 여러 후두 미세수술기구의 발달, 다양한 레이저 개발 등에 의해 내시경적 수술의 발전이 지속적으로 이루어지고 있고 좋은 결과들이 보고되고 있다<sup>10)11)</sup>. 그러나 다음과 같은 상황에서는 내시경적 수술의 적응이 되지 않는다<sup>12)</sup>.

- a. Circumferential cicatricial scarring
- b. Abundant scar tissue greater than 1 cm in vertical dimension
- c. Fibrotic scar tissue in the interarytenoid area of the posterior commissure
- d. Severe bacterial infection of the trachea after tracheotomy
- e. Exposure of perichondrium or cartilage during CO<sub>2</sub> excision, predisposing to perichondritis and chondritis
- f. Combined laryngotracheal stenosis
- g. Failure of previous endoscopic procedures
- h. Significant loss of cartilaginous framework

## 2) 후천성 후두-기관 협착

둔상(blunt injury)이나 관통상에 의한 급성 협착의 경우 내시경적 수술의 적응이 되지 않으나 기관 발관(extubation) 후 육아조직에 의한 급성협착은 적응이 될 수 있다.

만성협착에서는 내시경적 수술과 절개수술의 적응은 확실히 정해져 있지 않은 상태이나 Fearon과 Cinnamond 등이 성문부 및 성문하부의 후두격막에 CO<sub>2</sub> 레이저를 사용한 이래 레이저가 발전, 보급되면서 이전의 절개수술로 치료하던 것이 상당수 레이저를 이용한 내시경적 수술로 대체되어 가고 있다<sup>43)</sup>. CO<sub>2</sub> 레이저를 이용한 수술의 이론적인 장점으로는 수술부위의 콜라겐 형성 및 숙성을 지연하여 반흔이 형성되기 전에 재상피화를 유도하고, 심부조직 손상을 최소화하며 점막의 보존과 이용을 가능하게 하는데 있다. 이러한 장점들로 인해 만성 후두-기관 협착에서의 1차 치료로서 레이저를 이용한 수술이 이용되고 있으며 절개수술은 1차 치료가 실패한 경우에 고려하게 된다<sup>44)</sup>.

## 3) Laser techniques

CO<sub>2</sub> 레이저를 이용한 수술은 기관의 병변부위 점막, 육아조직 그리고 반흔조직을 한번에 기화 시킴으로써 출혈없이 수술 할 수 있는 장점이 있다. 기관에서 CO<sub>2</sub> 레이저를 이용한 수술시에 고려해야 할 수술

원칙은 다음과 같다<sup>40)</sup>.

① 점액섬모운동의 단절과 이로 인한 염증으로 반흔성(cicatrical) 상흔을 형성하기 때문에 협착부위 점막을 한번에 환상형(circumferential)으로 제거하면 안된다.

② 수술시 과도한 레이저 에너지의 사용은 연골막(perichondrium)과 연골의 노출을 유발하고 이로 인한 2차 감염으로 재발 가능성이 높기 때문에 주의한다.



Fig 1. Application of CO<sub>2</sub> laser bronchoscope coupler attached to modified rigid ventilating bronchoscope

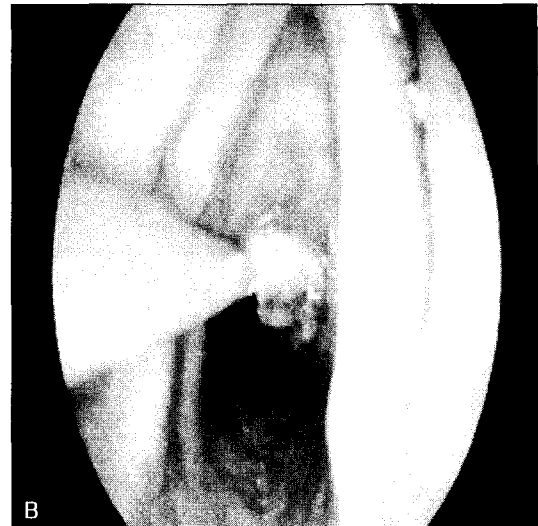


Fig 2. Preoperative sagittal section of larynx CT shows granulation tissue on anterior wall of trachea (a). Preoperative endoscopic photograph of obstructing granulation tissue of trachea and probe of jet ventilation (b)

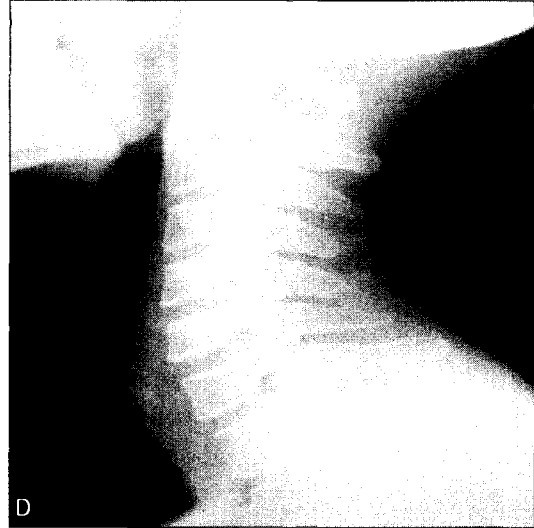
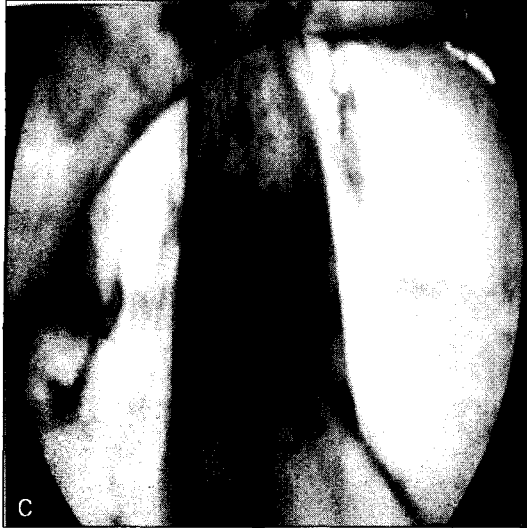


Fig 3. Endoscopic photograph taken immediately after resection (c). Postoperative sagittal section of larynx CT (d)

③ 육아조직과 같은 미성숙(immature) 단계의 협착은 염증이 남아서 재발 가능성이 높기 때문에 재상피화가 될 때까지 자주 제거하여야 한다.

이와같은 원칙에 충실하면서 기관협착에 적용할 수 있는 수술방법을 선택하는 것이 중요하다.

Shapshay는 성문하부협착에서 협착부에 레이저를 사용하여 방사 절개(radical incision)를 가한 후 확장술을 시행하는 수술법을 발표하였다<sup>15)</sup>. 이 방법은 앞에서 언급한 것처럼 점막결손이 환상형이 되지않아서 협착부위의 확장에 효과가 있으며 기관 협착증에 적용이 가능하여 반흔성 또는 격막성 기관 협착증에서 제일 먼저 시도해 볼만한 술식으로 평가되고 있다.

Dedo 등은 성문후부, 성문하부 및 기관부위의 격막에 의한 협착에서 CO<sub>2</sub>레이저를 이용하여 micro-trapdoor flap을 만드는 수술법을 발표하였다<sup>16)</sup>. 이 방법은 기존의 다른 내시경적 방법에 비하여 성공률이 높고 목적은 노출면의 재상피화를 돕기 위한 것이다. CO<sub>2</sub> 레이저는 조직내로의 침습이 적으므로 내시경적으로 점막층을 보존하면서 micro-trapdoor flap을 만들 수 있는 장점이 있다. 수술방법은 격막 절개 후 격막의 점막하부를 기화시켜 격막 하부면으로부터 점막피판을 만든 후 노출된 부위를 형성된 flap으로 다시 덮게하는 것이다. 이 방법은 격막의 두께가 1 cm 까지의 병변에서 좋은 결과를 얻을 수 있으며 Schmidt 등의 다른 술자에 의해서도 좋은 효과를 보

여 성문후부, 성문하부 및 기관부의 격막에서도 좋은 치료법으로 인정되고 있다.

다음으로 이용할 수 있는 방법이 기관 협착에서 레이저 사용의 적응증에 합당한 경우 환기형 기관지경(ventilating bronchoscope)에 CO<sub>2</sub> 레이저 결합기(coupler)를 연결시켜 사용하는 방법이다(Fig. 1). Nd:YAG 레이저도 사용할 수 있으며 광섬유(flexible fiberoptic)를 이용한다. 기본적으로 수술시간이 짧은 경우에 해당하며 안전한 환기를 위해서는 충분한 마취심도와 근육이완이 필요하고 제트 환기를 통하여 마취가스를 공급한다.

후천성 기관협착의 경우에서 스테로이드 사용에 대해서는 논란이 있으나 Cobb와 Gnanapragam 등은 창상치유 초기의 collagen 형성 지연 및 후기의 collagen 분해향상 등의 작용에 의해 반흔형성을 감소시키고 염증을 억제하는 효과를 보고하였다<sup>17)18)</sup>. 따라서 레이저 수술전에 병변내 스테로이드의 국소 투여를 고려할 수 있다. 스테로이드의 흡입투여도 효과가 있는 것으로 알려져 있으며 스텐트 제거 후나 기관삽입술로 인한 손상 직후에 사용하면 육아조직 형성을 감소시킬 수 있다.

## 결 론

레이저를 이용한 수술방법의 발전은 기관 협착의

치료법 중 내시경적 치료의 새로운 치료방법으로 이용될 수 있다. 합병증 없이 안전하고 성공적인 결과를 얻기 위해서는 정확한 수술전 환자평가, 안전한 마취방법의 선택, 적절한 수술기구의 선택과 수술방법의 선택, 세심한 수술후 관리 등이 필수적이다.

### References

- 1) Weymuller EA Jr, Bishop MJ, Santons PM et al : *Problems associated with prolonged intubation in the geriatric patient. Otolaryngologic clinics of North America* 23:1057-1074, 1990.
- 2) Grillo HC, Mathisen DJ : *Surgical management of tracheal strictures. Surg Clin North Am* 68:511-524, 1988.
- 3) Hermens JM, Bennett MJ, Hirshman CA : *Anesthesia for laser surgery. Anesth Analg.* 62:218-229, 1983.
- 4) Allan C.D. Brown : *Anesthesia and management of the difficult airway. In : Otolaryngology Head and Neck Surgery(ed. Cummings CW), 3rd Ed. Mosby, pp 216-250, 1998.*
- 5) Norton ML, Strang MS, Vaughan CW et al : *Endotracheal intubation ventury jet ventilation for laser microsurgery of the larynx. Ann Otol Rhinol Laryngol* 85 : 656-665, 1976.
- 6) Wolfgang Steiner, Petra Ambrosch : *Anesthesiological aspects of laser surgery in otolaryngology. In : Endoscopic Laser Surgery of the Upper Aerodigestive Tract, 1st Ed. New York, Thieme, pp116-123, 2000.*
- 7) Hirshman CA, Leon D, Porch D et al : *Improved metal endotracheal tube for laser surgery of the airway. Anesth Analg* 59:789-791, 1980.
- 8) Spiess BD, Ivankovich AD : *Anesthetic management of laser airway surgery. Seminars in Surgical Oncology* 6:189-193, 1990.
- 9) Cotton RT : *Pediatric laryngotracheal stenosis. J Pediatr Surg* 19:699, 1984.
- 10) Koufmann JA, Thompson JN, Kohut RI : *Endoscopic management of subglottic stenosis with the CO<sub>2</sub> surgical laser. Otolaryngol Head Neck Surg* 89:215-220, 1981.
- 11) Toohill RJ, Campbell BH, Duncabage JA : *CO<sub>2</sub> laser management of laryngeal stenosis. Presented at the Laser Surgery Congress for Otolaryngology-Head and Neck Surgery and Related specialties, Chicago, June 21, 1984.*
- 12) Cummings CW, Fredrikson JM, Harker LA et al, editors: *Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 3rd Ed. Mosby Year Book 2001-2012, 1998.*
- 13) Fearon B, Cinnamond M : *Surgical correction of subglottic stenosis of the larynx. J Otolaryngol* 5:475-478, 1976.
- 14) HY Ahn : *Endoscopic management of the laryngeal and tracheal stenosis. Korean J Bronchoesophagol* 1:24-41, 1995.
- 15) Shapshay SM, Beamis JF Jr, et al : *Endoscopic treatment of subglottic and tracheal stenosis by radial laser incision and dilation. Ann Otol Rhinol Laryngol* 96:661-664, 1987.
- 16) Dedo HH, Sooy CD : *Endoscopic laser repair of posterior glottic, subglottic and tracheal stenosis by division or microtrapdoor flap. Laryngoscope* 94:445-450, 1984.
- 17) Cobb WB, Sudderth JF : *Intralesional steroids in laryngeal stenosis. A prliminary report. Arch Otolaryngol* 96:52-56, 1972.
- 18) Gnanapragasam A : *Intralesional steroids in conservative management of subglottic stenosis of the larynx. Int Surg* 64:63-67, 1979.