

후두암의 레이저 수술

고신대학교 의과대학 이비인후과학교실
이 강 대

Laser Surgery for Laryngeal Cancer

Kang-Dae Lee, MD

Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

서 론

1. 후두암에 대한 경구강 CO₂ 레이저 수술의 발전과정

후두의 암종을 구강을 통해서 제거하고자 하는 개념은 사실 새로운 것은 아니다. 레이저가 개발되기 전인 20세기 초반부터 여러 도구를 이용한 경구강 절제술에 대해 산발적인 보고가 있었다. 후두영역에서 경구강 내시경적 절제술의 발전 과정을 살펴보면, 1939년 Jackson이 성문상부암종을 closed laryngoscope과 punch biopsy forcep으로 제거하여 후두 질환의 경구강 내시경적 절제술의 가능성을 보고하였다. 그러나 이때는 시야가 좋지 않고, 기구의 조작이 어렵다는 문제점이 있었으며, 이후 1950년대와 60년대를 거치면서 수술용 현미경과 현수후두경술(suspension laryngoscopy)이 개발되면서 수술 시야와 기구 문제의 해결은 상당한 진전을 보게 되었다. 또 1960년에 레이저가 처음 개발되면서 레이저를 후두 수술에 응용하려는 시도가 많이 이루어지게 되었는데, 마침내 1972년 Jako와 Strong이 CO₂ 레이저를 후두 미세수술에 접목시키는데 성공하였다.¹⁾

이후 후두암에도 레이저를 적용하고자 하는 시도가 이루어졌는데, 1974년에 Strong은 캐나다 토론토에서 열렸던 '1st centennial conference on laryngeal cancer'에서 후두암 11예를 레이저로 절제한 결과를 보고 하였다. 획기적인 일이었지만 당시 암 수술은 보다 더 많이 그리고 보다 크게 절제해야 한다는 생각이 그 시대의 주류를 이루었기 때문에 후두암에 대한 경구강 레이저 절제술은 쉽게 받아들여지지 않았다. 성문상부암에 대한 내시경적 레이저 절

제술은 1978년에 Vaughan²⁾이 동물과 일부의 성문상부암 환자를 대상으로 처음으로 보고하였다. 1990년대에는 Zeitel, Davis, Vaughan 등이 각각 다른 병원에서의 경험을 요약하여 성문상부암과 하인두암에 대한 경구강 레이저 절제술을 시행한 환자들에 대한 연구를 통해 설골상 후두개, 피열후두개 주름, 가성대, 인두후두개 주름에서 발생한 암종 중 크기가 작고 내시경으로 접근 가능한 경우, 영구적인 음성, 기도, 연하 장애 없이 내시경적 레이저 수술로 제거될 수 있다고 하였다.³⁻⁵⁾

후두암에 대한 레이저 수술을 보다 체계화 한 곳은 유럽으로 그중에서 특히 독일의 Steiner, Ambrosch, Rudert, Ekel 등은 후두암의 레이저 수술이 두경부암의 주요 치료 도구로서 자립 매김 할 수 있도록 많은 임상 연구 결과를 발표하여 이 기술을 보편화시키는데 큰 역할을 하였다.⁶⁻¹¹⁾ 향후 후두암의 치료에 있어 개방성 후두부분절제술의 상당 부분을 레이저 수술이 대신할 수 있을 것으로 생각한다.

2. 후두암 수술에 필요한 CO₂ 레이저의 기본 지식

구강을 통하여 후두의 종양을 제거하는 레이저 미세 수술을 하기 위해서는 CO₂ 레이저, 후두나 인두의 시야를 확보하기 위한 후두경(closed laryngoscope 혹은 distensible laryngoscope), 수술용 현미경에 장착된 micromanipulator, 그리고 미세수술 도구들이 필요하다. CO₂ 레이저는 10,600 nm의 파장을 가지고 있으며, 비가시광선이기 때문에 수술 시 조사 위치를 가시화하기 위해 적색광선인 He-Ne 레이저 광을 가이드 빛으로 사용한다. CO₂ 레이저는 물에 쉽게 흡수되는 특성을 가지고 있다. 조직에 흡수된 CO₂ 레이저 에너지는 열로 전환되는데, 생체 조직의 대부분은 수분 함량이 매우 높기 때문에 에너지 흡수율이 높아 조직을 절개할 때 잔존 조직에 대한 열 손상이 적은 것이 특징이다. CO₂ 레이저는 Nd : Yag 레이저와 비교해 볼 때 지혈 능력, 응

교신저자 : 이강대, 602-702 부산광역시 서구 암남동 34
고신대학교 의과대학 이비인후과학교실
전화 : (051) 990-6284 · 전송 : (051) 245-8539
E-mail : kdlee@ns.kosinmed.or.kr

고 능력은 약하지만 절개 능력과 기화 능력이 우수하기 때문에 성대와 같이 아주 예민한 장기에 유용하다. 후두레이저 수술은 대체로 superpulse mode로 대부분의 수술을 진행되는데 superpulse mode는 pulse mode의 한 종류이기 때문에 주위 조직으로의 열손상이 적고, 1초에 300~1,000회 정도 에너지가 방출되므로 비록 pulse mode이기는 하지만, continuous wave와 같은 효과를 가지고 있으며 증폭된 상태에서 에너지가 배출되므로 2~8W의 superpulse는 30~60W의 효과를 가지고 있다.

CO₂ 레이저는 spot size가 작은 micromanipulator를 사용할수록 정교한 수술이 가능하게 되는데 마치 수술용 칼을 사용한 것처럼 각 층별로 조직을 자를 수 있다. 레이저 절개 부위의 응고가 일어나는 부위가 0.5mm 밖에 되지 않기 때문에 병리의사들도 일반 수술 도구를 사용한 경우처럼 절제의 경계 부위를 잘 평가할 수 있게 된다. 후두암에서 레이저는 중앙의 절제 수단으로 주로 사용되며 중앙을 증발(vaporization)시키는 수단으로는 거의 사용되지 않는다. 굵은 혈관을 제외한 미세 혈관은 CO₂ 레이저로 지혈과 응고를 얻는 데에는 별 어려움이 없다. 따라서 성문암의 수술에서는 CO₂ 레이저만으로도 대개 지혈이 가능하다. 그러나 성문상부암에서는 굵은 동맥의 분지가 노출되고 또 절단되기 때문에 레이저만으로는 지혈이 어렵다. 이때는 co-agulation forcep 혹은 suction bovie를 이용한 전기소작술 그리고 vascular clip 등 다른 방법으로 지혈해야 한다. CO₂ 레이저에 의한 후두 미세 수술은 레이저용 삽관 튜브를 이용하여 전신마취하에 이루어지며 FiO₂는 40% 이하로 유지하고 N₂O 가스는 사용하지 않도록 한다.

3. 레이저 후두부분절제술에 사용되는 후두경과 미세 수술 도구

1) 후두경

후두암을 레이저로 절제하기 위해서는 수술시야의 확보가 가장 중요하다. 후두 수술에 사용되어 왔던 후두경은 레이저 수술을 위해 변형되어 왔다. 레이저 수술용 후두경은 빛의 반사가 줄어들도록 무광택 처리되어 있고, 연기를 제거할 수 있는관이 후두경의 앞부분에 부착되어 있다. 성문암에 대한 레이저 성대절제술시 가장 흔히 사용하는 후두경은 중간 크기의 closed laryngoscope이지만, 이 후두경으로 시야가 확보되지 않는 경우에는 이보다 가늘고 긴 후두경을 사용할 수 있다. 대부분의 closed laryngoscope (Fig. 1A)은 성대 수술을 위해 고안되었기 때문에 성문상부의 수술을 진행하는 데에는 필요 이상으로 길고, 수술 시야를 확보하기에는 너무 가늘어 후두개를 한 덩어리(en bloc)로 제거하기가 어려울 뿐만 아니라 수술시 후두경의 위치를 여러 번 바꾸어야 했다. 이러한 문제점을 해결하기

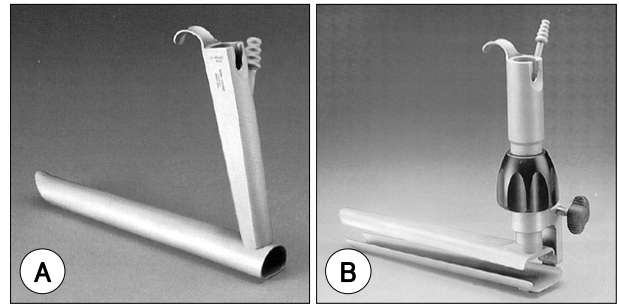


Fig. 1. Laryngoscope. A : Closed laryngoscope. B : Distensible laryngoscope.

위해 blade의 끝부분을 넓게 벌릴 수 있는 bivalved distending laryngopharyngoscope 혹은 adjustable supra-glottiscope 등이 고안되었다. Distensible laryngoscope (Fig. 1B)의 도입으로 성문상부암의 수술시 후두경의 위치를 바꾸는 대신 조직을 수술 시야로 당겨서 레이저 빛을 전달할 수 있게 되었으며 보다 넓은 수술 시야, 개선된 지남력, 쉬운 기구조작, 우수한 영상기록 등의 장점이 있다.

2) 미세 수술 도구

레이저용 미세 수술 도구는 수술자가 최소의 기구로 효율적인 수술을 할 수 있도록 제작되었다. Grasping forcep (Fig. 2A)은 작은 조직을 잡아당길 때 사용한다. 흡인관(suction tube) (Fig. 2B)은 흡인기의 기능뿐만 아니라 관의 끝부분을 제외한 나머지 부분을 절연시킨 전기소작기의 역할도 하며 레이저 시술 중에는 grasping forcep과 유사하게 박리와 견인에도 사용될 수 있다. Coagulation forcep (Fig. 2C)은 끝부분이 굵어지고 톱니 이빨이 있는 미세후두겸자로서 작은 혈관에 대한 정확한 전기소작을 위해 고안된 것이다. 연골에서의 출혈의 경우, 이 도구로 지혈할 수 있다. 그러나 더 큰 혈관들, 특히 상후두 동맥의 분지 등의 결찰에는 vascular clip을 이용한다(Fig. 2D). 수술 시야 확보 이외에도 레이저 성문상부 후두부분절제술을 시행하는데 있어 항상 염두에 두어야 할 것은 지혈인데, 특히 중앙과 편측의 설후두개 주름을 지나는 혈관에 대한 지혈은 레이저 성문상부 후두부분절제술에서는 매우 중요하다. 안전하게 지혈을 하기 위해서는 coagulation forcep이나 vascular clip forcep, suction bovie 등을 적절하게 사용한다. Protecting shield (Fig. 2E)는 레이저 수술 중 하부 조직을 보호하기 위하여 다양한 크기와 모양을 한 보호구조물이 흡입관에 부착된 것이다. Protecting shield는 가성대에 레이저 빛을 가할 때 진성대를 보호하는 데 특히 유용하게 사용된다(Fig. 3).

4. 성문암에 대한 경구강 내시경적 레이저 수술(Transoral endoscopic laser resection)

성문부의 점막과 라인케씨 공간(Reinke's Space)에는

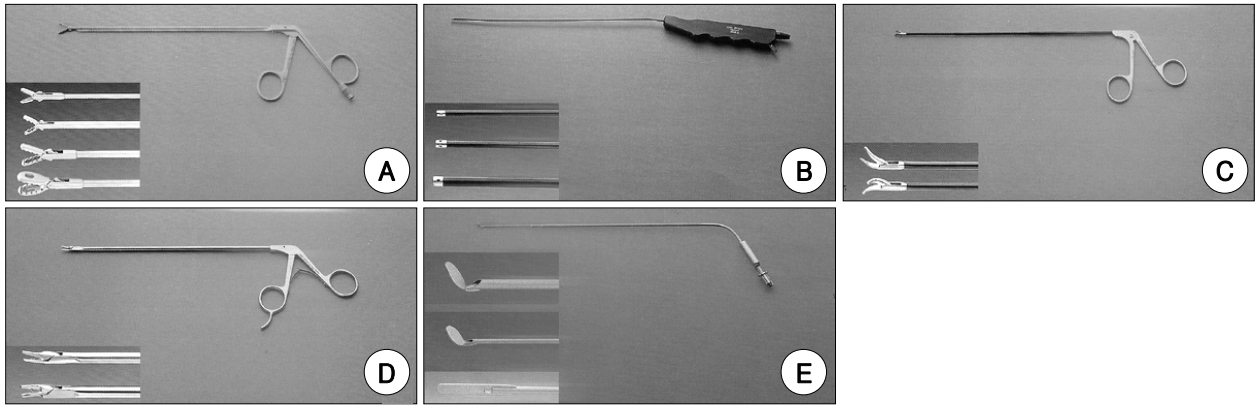


Fig. 2. Microinstruments for laser surgery. A : Grasping forcecp. B : Suction bovie. C : Coagulation forcecp. D : Vascular clip. E : Protecting shield.



Fig. 3. Protection of true vocal cord with Rudert protector.

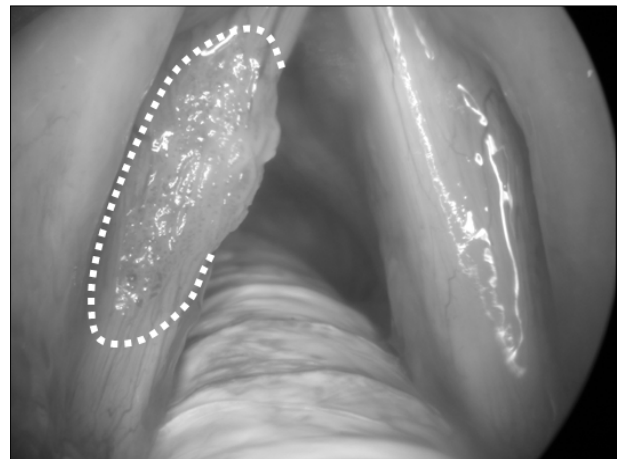


Fig. 4. En bloc resection of small glottic T1a cancer with 1-2mm of safety margin.

림프관이 거의 발달되어 있지 않고 조직이 탄력성 섬유조직으로 이루어져 있다. 성문암은 종양의 침윤과 림프절 그리고 원격 전이가 늦고 뿐만 아니라 애성 등 자각 증상의 출현이 빨라 조기에 진단이 가능하여 치료성적이 좋다. 초기 성문암에 있어서 치료적 도구들은 전통적 개방적 수술, 방사선 치료, 레이저를 이용한 현수 후두경하 성문 절제술 등이 있으며 각각의 치료방법들 간의 국소 재발 억제율은 개방적 수술의 경우 90~95%, 방사선 치료의 경우 85~95%, 레이저를 이용한 수술의 경우 90~100%로 보고되고 있다. 성문암 치료에 있어 경구강 접근을 통한 미세 현미경하 CO₂ 레이저 성문 절제술은 1972년 Strong과 Jako가 초기 성문암에 처음으로 적용함으로써 시작 되었는데 그 후 수술 기구들의 발달과 수술에 대한 경험이 축적되면서 현재는 Tis, T1a, T1b 등 초기 성문암과 T2 이상의 진행된 병기에도 레이저 수술을 시도하고 있으며 초 치료 실패 후 구제 수술에까지 그 범위가 확대되고 있다.^{1,13-15)}

후두내시경을 통해 성문암을 제거하는 함에 있어 병변의 크기가 작을 때는 일괴절제(en bloc resection)가 가능하다(Fig. 4). 그러나 병변이 크면 내시경의 좁은 시야로 병

변 전체를 보는 것이 어렵기 때문에 현미경으로 수술 시야를 확대한 상태에서 레이저로 종양의 중간을 절개하여 조각조각(piecemeal)으로 제거한다(Fig. 5). 이때 현미경으로 종양의 절단면을 자세히 관찰하면 정상 조직과 암 조직의 구분이 대부분 가능하다. 즉, 현미경적 수술에 익숙하여지면 수술 중 병리의사에 꼭 의존하지 않더라도 상당부분에서 술자에 의해 암세포의 존재 여부의 판단이 가능하다는 것이다. 따라서 불필요하게 안전역(safety margin)을 크게 하는 것을 막아 기능의 보존을 극대화하게 할 수 있게 되는데 이것이 레이저 수술의 큰 장점 중의 하나이다. 그러나 이러한 방법은 종양세포의 확산을 막기 위해 오랜 기간 동안 모든 종양 수술의 원칙으로 생각하여 온 Halstead의 일괴절제와 상반된다는 딜레마를 가지고 있다. Steiner도 처음에는 큰 종양에 대해 일괴절제를 시도하였는데, 일괴절제는 기술적으로는 가능하지만, 시야가 좋지 않고, 안전역을 정하기 힘들다는 어려움이 있어 1980년대 초부터 관습과는 다르지만 종양을 여러 조각으로 나누어 제거하는 blocwise resection 즉 multiple piece resection으로 전환하였다. Steiner 등은 20년 이상에 걸쳐 많은 암 환

자의 치료 경험을 통해 레이저로 종양의 가운데를 절개하여 여러 조각으로 제거하더라도 레이저에 의한 림프관이 막히게 되어 림프절 전이나 전신전이 증가되지 않는다고 설명하고 있다.^{6,7)} 성문암의 레이저 절제술 시 안전역(safety margin)은 2mm 정도로 하며 1~2watt 정도의 superpulse mode를 이용한다. 이렇게 함으로써 수술시 조직이 검게 타는 것을 최소화하면서 절개(char free incision) 하는 것이 가능하다. 필요에 따라 더 높은 출력을 사용할 수 있다. 수술 중 절제면의 검게 된 부분들은 생리식염수로 적신 솜으로 자주 닦아 제거해 주는 것이 수술 시야에 좋다. 레이저로 수술시 절개를 가할 부위를 후두검자로 가볍게 견인하면 절제가 쉬워진다.

레이저 성문절제술은 보존적 후두적출술에 비해 몇 가지 장점을 가지는데 보존적 후두적출술과 달리 기관절개술이 필요 없으며, 이환율이 낮고, 입원기간이 짧으며 치료비용이 저렴하고 보존적 후두적출술 후에 발생할 수 있는 흡인에 따른 연하장애가 거의 없다. 방사선 치료와 비교하여도 치료기간이 짧고, 치료를 위한 입원기간에 따른 비용이 저

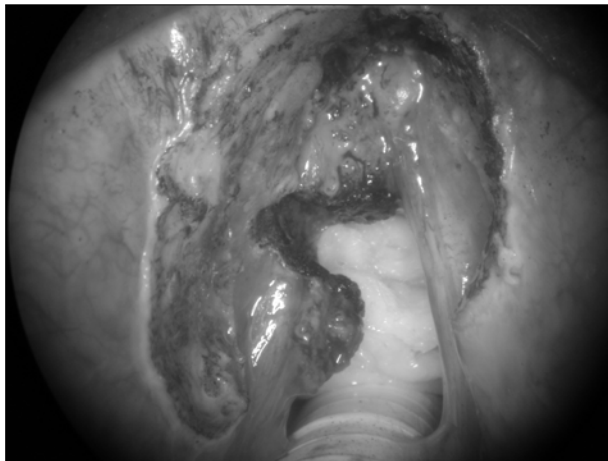


Fig. 5. Multiple piece resection of glottic T1b cancer. Middle portion of right glottic cancer is incised with laser to estimate the depth of invasion.

렴하고, 이후건조감이 없으며, 초치료 후 재발시에도 많은 종류의 재치료 방법을 선택할 수 있는 장점이 있다. 레이저 성문 절제술은 절제되는 종양의 범위에 따라 다양한 음성학적인 결과를 나타내는데, 레이저 성문 절제술 직후에는 방사선 치료 후 보다 음성의 질이 떨어지지만 6~24개월 후에는 두 집단사이에 차이가 없으며, 전문적인 음성사용자가 아니라면 일상적 사회생활에 큰 지장이 없는 음성학적 결과를 얻을 수도 있다는 보고도 있다. 환자의 직업, 연령, 치료 방법에 대한 선호도 등을 충분히 검토하여 치료방법을 결정해야 할 것이다. 성문암에 대한 내시경적 레이저 성대절제술(endoscopic laser cordectomy)은 2000년 European Laryngological Society에 의해 수술 후의 결과에 대한 보다 정확한 평가를 위해 8가지로 분류되었다(Table 1).

5. 성문상부암에 대한 경구강 레이저수술

Steiner 등은 성문상부암에 대한 레이저 절제술시 일차적으로 후두수술을 먼저 한 후 일정 기간이 지난 후에 경부청소술을 할 것을 권하였고, 이러한 경우에는 대체로 기관절개술이 필요로 하지 않음을 강조하고 있다. 저자의 경우에는 성문상부암에 대해 레이저로 후두부분절제술을 하고 동시에 양측 경부청소술을 시행하는 경우가 많기 때문에 기관절개술을 한 경우가 많았다. 성문상부암의 레이저 수술시 후두경은 closed laryngoscope보다는 distensible laryngoscope이 더 적합하다. Distensible laryngoscope의 lower blade를 벌리면 이것이 마취용 기관내관을 후인두벽으로 밀게 되어 시야의 확보가 가능하다. Upper blade는 후두개 계곡에 위치하게 한다. 저자는 수술현미경으로 시야를 확대한 후 2~3W의 superpulse mode로 대부분의 수술을 진행한다.

작은 설골상 후두개 암종은 레이저 수술로써 일괴절제 가능하다. 이를테면 후두개의 경계 부위에 있는 작은 암종이나 피열후두개 주름의 암종은 레이저를 이용하여 약 5~10mm 가량의 안전연으로 절제한다(Fig. 6). 설골상 후

Table 1. Classification of endoscopic cordectomy by Working Committee, European Laryngological Society (2000)

Type of resection	Extent of resection
Subepithelial cordectomy (I)	Vocal fold epithelium
Subligamental cordectomy (II)	Epithelium, Reinke's space, vocal ligament
Transmuscular cordectomy (III)	Epithelium, lamina propria, part of vocalis muscle
Total or complete cordectomy (IV)	From vocal process to anterior commissure
Extended cordectomy encompassing the contralateral vocal cord (Va)	The depth reaches the internal perichondrium of the thyroid ala Include anterior commissure and contralateral vocal fold
Extended cordectomy encompassing the arytenoid (Vb)	The depth reaches the internal perichondrium of the thyroid ala Include partial or total arytenoid cartilage
Extended cordectomy encompassing the ventricular fold (Vc)	The depth reaches the internal perichondrium of the thyroid ala Include ventricular fold, Morgani's ventricle
Extended cordectomy encompassing the subglottis (Vd)	The depth reaches the internal perichondrium of the thyroid ala Include 1cm under the glottis

두개의 큰 종양의 경우, 후두개를 나누어 버리면 절제가 용이하게 된다. 중앙선을 넘어가는 종양의 경우에도 이 절개 방법으로 절제한다. 그러나 병변이 크거나, 설골하 후두개에 암이 위치하면 후두경으로 암의 침범 범위를 알 수 없기 때문에 일괄절제가 어렵다. 이때는 여러 조각으로 병변을 제거(multiple piece resection)하게 되는데 후두개를 정중앙에서 시상면으로 분리(sagittal splitting of epiglottis)하고, 후두개계곡에 절개를 가한 후(Fig. 7A), 피열후두개 주름에서 내측으로 절개를 가하여 일측의 후두개 상부를 부분적으로 절제한다. 다음으로 같은 방법으로 반대편 설골상 후두개를 제거하는데 이렇게 하면 넓은 시야를 확보할 수 있다(Fig. 7B). 다음으로 조금씩 설골하 후두개와 후두개전공간 지방 조직을 위와 같은 방법으로 제거하여 병변을 완전히 절제한다(Fig. 7C).

성문암의 레이저 수술과 다른 점은 성문암의 수술에서는 대체로 CO₂ 레이저만으로도 지혈이 가능하지만, 성문상부암에서는 굵은 동맥의 분지가 노출되고 또 절단되기 때문에 레이저만으로는 지혈이 어렵다. 이때는 coagulation forcep 혹은 suction bovie를 이용한 전기 소작술 그리고 vascular clip 등 다른 방법으로 지혈해야 한다. 이 부분에서의 출혈은 잠재적으로 생명을 위협할 수 있다는 것을 염두에 두어

야 한다. 출혈을 줄이기 위한 또 다른 방법으로 레이저로 수술을 시작하기 전에 coagulation forcep 등을 이용하여 중앙 설후두개주름과 양측의 편측 설후두개주름의 점막하로 지나가는 동맥을 점막과 함께 잡고 미리 전기 소작을 하여 레이저 수술시의 출혈을 예방하기도 한다. 이 부분에서의 출혈은 잠재적으로 생명을 위협할 수 있다는 것을 염두에 두어야 한다.¹⁶⁾

성문상부암의 치료에서 레이저 수술은 문제의 일부분을 제거한 것이다. 즉, 경부 전이암의 치료라는 또 다른 해결해야 할 큰 문제가 남아 있다. Steiner를 포함한 대부분의 레이저 술자들은 레이저 성문상부 후두부분절제술시 staged neck dissection을 권장하고 있는데, 첫 수술에서는 성문상부암에 대한 레이저 수술만 하고 일정 기간이 지난 후 경부 청소술을 한다는 것인데 이렇게 함으로써 환자의 회복이 빠르고 기능적 재할, 특히 연하가 향상되며 두 번째 수술시 후두를 한 번 더 볼 수 있는 기회를 가진다는 장점이 있다. 경부 청소술의 시기는 치료적 경부 청소술의 경우 수술 후 4~8일째, 예방적 경부 청소술의 경우는 수술 후 4~6주경에 한다. 그러나 Desanto는 성문상부암을 레이저로 제거할 때 경부 청소술을 바로 하였는데 Desanto는 경제적인 이유로 미국에서는 staged treatment plan이 잘 활용되기

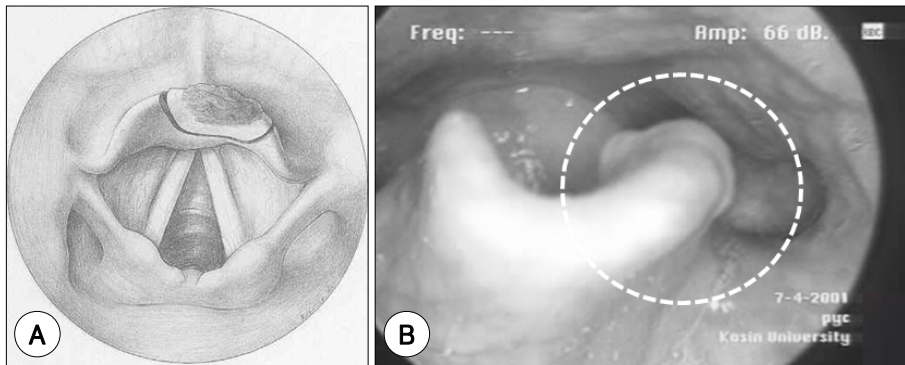


Fig. 6. En bloc resection for small supraharyoid epiglottic cancer (A and B).

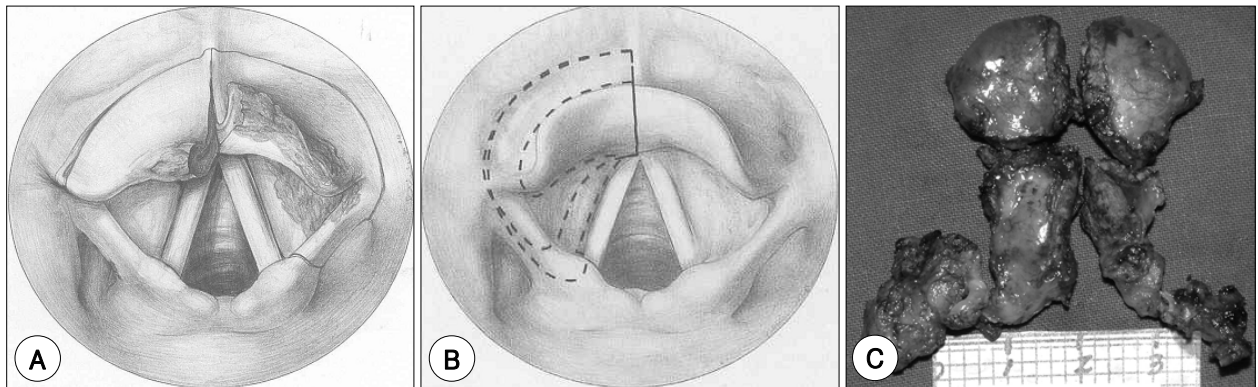


Fig. 7. Technique of multiple piece resection. A : Sagittal splitting of epiglottis in the midline and vallecular incision are shown. B : Unilateral supraharyoid segments of the epiglottis is now removed. Contralateral side of supraharyoid epiglottis will be removed by same technique. The resection proceeds caudally in a stepwise fashion. C : Specimen removed with multiple piece resection.

어려울 것으로 생각하고 있고 저자의 경우도 원발부위절제와 경부청소술을 한 번에 시행하고 있다.

결 론

후두암의 치료에 있어 종양의 완전 제거 뿐 아니라 술 후 환자의 삶의 질이 중요시 되고 있는 현재 경구강 접근을 통한 CO₂ 레이저 후두부분절제술은 초기 후두암 치료에 있어 개방적 수술이나 방사선 치료에 비해 치료 결과, 후두 기능의 보존, 합병증, 비용 등 여러 가지 부분에서 장점이 있다. 후두암에 대한 수술이 후두전적출술에서 보존적 후두절제술로 넘어 올 때와 마찬가지로 많은 시간과 임상 결과가 필요하겠지만, 후두암의 치료에 있어 개방적 보존적 수술의 상당 부분을 레이저 수술이 대신할 것으로 생각한다.

중심 단어 : 레이저수술 · 성문암.

References

- Strong MS, Jako GJ. *Laser surgery in the larynx. Early clinical experience with continuous CO₂ laser.* *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1972;81:791-798.
- Vaughan CW. *Transoral laryngeal surgery using the CO₂ laser: laboratory experiments and clinical experience.* *Laryngoscope.* 1978;88:1399-1420.
- Davis RK, Kelly SM, Hayes J. *Endoscopic CO₂ laser excisional biopsy of early supraglottic cancer.* *Laryngoscope.* 1991;101:680-683.
- Zeitels SM, Vaughan CW, Domanowski GF, Fuleihan NS, Simpson GT. *Laser epiglottectomy: endoscopic technique and indications.* *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1990;103:337-343.
- Zeitels SM, Davis RK. *Endoscopic laser management of supraglottic cancer.* *Am J Otolaryngol.* 1995;16:2-11.
- Steiner W. *Results of curative laser microsurgery of laryngeal carcinomas.* *Am J Otolaryngol.* 1993;14:116-121.
- Ambrosch P, Kron M, Steiner W. *Carbon dioxide laser microsurgery for early supraglottic carcinoma.* *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1998;107:680-688.
- Rudert H. *Technique and results of transoral laser surgery of supraglottic carcinomas.* *Adv Otorhinolaryngol.* 1995;49:227-230.
- Rudert H. *Technique and results of transoral laser surgery for small vocal cord carcinomas.* *Adv Otorhinolaryngol.* 1995;49:222-226.
- Rudert HH, Werner JA. *Endoscopic resections of glottic and supraglottic carcinomas with the CO₂ laser.* *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1995;252:146-148.
- Eckel HE, Thumfart WF. *Laser surgery for the treatment of larynx carcinomas: indications, techniques, and preliminary results.* *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1992;101:113-118.
- Peretti G, Nicolai P, Redaelli De Zinis LO, Berlucchi M, Bazzana T, et al. *Endoscopic CO₂ laser excision for Tis, T1, and T2 glottic carcinomas: cure rate and prognostic factors.* *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000; 123:124-131.
- Grant DG, Salassa JR, Hinni ML, Pearson BW, Hayden RE, Perry WC. *Transoral laser microsurgery for recurrent laryngeal and pharyngeal cancer.* *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008;138 (5):606-613.
- Ansarin M, Planicka M, Rotundo S, Santoro L, Zurlo V, Maffini F, et al. *Endoscopic carbon dioxide laser surgery for glottic cancer recurrence after radiotherapy: oncological results.* *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;133 (12):1193-1197.
- Virtaniemi JA, Hirvikoski PP, Kumpulainen EJ, Johansson RT, Kosma VM. *Surgical management of irradiation failures in T1-T2 squamous cell carcinoma of the glottic larynx.* *Anticancer Res.* 2001;21:4185-4188.
- Kremer B, Schlondorff G. *Late lethal secondary hemorrhage after laser supraglottic laryngectomy.* *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001;127:203-205.