

후두질환에서 경구강 CO₂ 레이저 미세수술

단국대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

이 상 준 · 정 필 상

= Abstract =

Transoral CO₂ Laser Microsurgery for Laryngeal Lesions

Sang Joon Lee, MD and Phil-Sang Chung, MD

Department of Otorhinolaryngology-Head & Neck Surgery, Dankook University, College of Medicine, Cheonan, Korea

Transoral CO₂ laser microsurgery has been widely used for various laryngeal diseases. Laser cordectomy for the management of early laryngeal carcinoma has advantages with regards to oncologic results, preservation of laryngeal functions, morbidity and cost in comparison to those of open surgery or radiation therapy. CO₂ laser is also applicable to benign vocal fold lesions such as nodules, polyps, cysts, reinke's edema, granulomas, papillomas, hemangiomas and glottis webs. CO₂ laser is suitable for microsurgery because it has small focus size and hemostatic effect. We should also recognize the risks of CO₂ laser for safe use.

KEY WORDS : Larynx · Carbon dioxide laser.

서 론

1972년 Strong과 Jako가 후두수술에 CO₂ 레이저를 처음 사용한 이래 많은 이비인후과질환에서 각종 레이저가 유용하게 사용되고 있다.^{1,2)} 특히 수술현미경을 통해 CO₂ 레이저를 조사할 수 있는 미세조정기(micromanipulator)의 발달로 보다 섬세하고 주변의 조직손상이 적은 후두미세수술이 가능하게 되었고 아울러 CO₂ 레이저의 여러 장점들 때문에 각종 후두질환 수술에 널리 사용되고 있다. 본 논문에서는 일반적인 CO₂ 레이저의 특성 및 후두미세수술에서의 사용법, 주의할 점 등과 각 질환별 수술법에 대해 기술하고자 한다.

CO₂ 레이저의 사용방법

CO₂ 레이저는 10,600 nm의 파장을 가지고 있으며 hand-piece를 사용하면 1 mm정도의 초점직경을 가지며 미세조정

기를 사용하면 400 mm의 초점거리에서 약 200~250 μm 까지 초점을 줄일 수 있다. CO₂ 레이저는 사용목적에 따라 초점거리를 임의로 움직여서 사용하며, 초점면에서는 절개가 가능하고 초점보다 멀리하여 조사하면 단위면적당 에너지가 감소하여 절개보다는 조직응고가 가능하게 된다. 레이저 후두수술에 필요한 장비로는 여러 종류의 후두경, 스텐드, 수술현미경, 여러 각도의 가위나 겸자 등 미세수술도구, 레이저, 단극전기소작기, 후두내시경, 흡인기 등이 있다. 모든 수술기구는 레이저 빔의 반사를 막기 위하여 가능하면 반사가 덜 되도록 표면 처리된 기구를 사용하는 것이 좋다 (Fig. 1, 2).

CO₂ 레이저를 이용한 후두미세수술은 고식적인 수술방법에 비해 가지는 장점은 먼저 출력과 조사시간을 조절하여 원하는 병변 부위를 정확하게 제거하므로 기능보전이 필요한 미세수술에 유리하며 절제 부위에 직접 기구를 접촉시키지 않고 수술 시야를 방해하지 않게 수술이 가능하므로 인두나 후두 및 기관 같은 관 모양의 기관의 병변 제거에 유리하다. 또한 CO₂ 레이저의 지혈 효과로 가는 혈관의 경우는 무혈 수술이 가능하고 중앙 절제시 종양세포의 전이를 막아 안전성의 확보에 유리하다.

후두레이저 수술시에는 출력은 1~10 W로, 보통 2 W 정도를 사용하며 초점의 크기는 200~400 μm로 조정한다. 혈관이 적고 조직이 단단한 경우에는 가능하면 초점은 작

논문접수일 : 2010년 12월 27일

책임저자 : 정필상, 330-715 충남 천안시 안서동 산 16

단국대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

전화 : (041) 550-3975 · 전송 : (041) 556-1090

E-mail : pschung@dankook.ac.kr

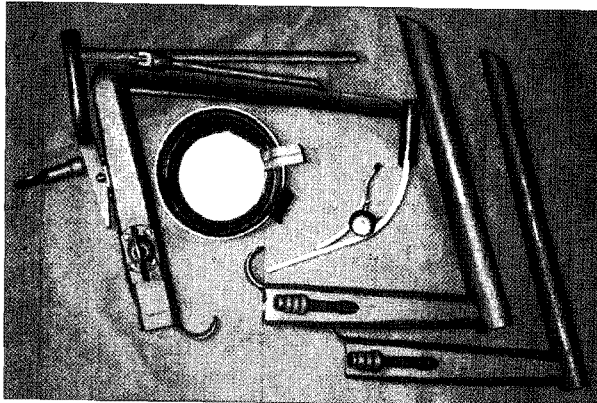


Fig. 1. Various laryngoscopes with special matte finish to prevent reflection of laser beam and integrated suction channel for evacuation of vapor.

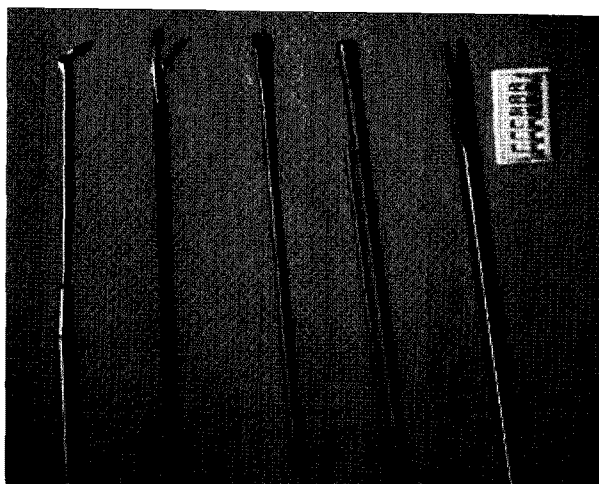


Fig. 2. Special microinstruments for laser. From left protector with suction, coagulation forcep, forceps with suction, hemoclip forceps and hemoclips.

게 하고 조직절개가 잘되는 super-pulse나 ultra-pulse를 주로 사용한다. 수술 중에 연속모드를 사용하면 압조직에서 탄화작용을 잘 볼 수 있어서 정상과 압조직을 구별하는데 도움이 되기도 하지만 일반적으로 술자들은 익숙한 방식을 사용하도록 한다.³⁻⁵⁾ 레이저를 이용하여 조직을 절개할 때에는 후두점자나 흡인관을 이용하여 조직을 당겨주어야 탄화나 열손상을 줄이면서 절개할 수 있다.

CO₂ 레이저를 적용하는 후두 질환으로는 첫째, 양성 후두 병변들 즉, 성대 결절, 용종, 라인케 부종, 낭종, 육아종, 유두종 등 사용되고 있다. 둘째, 후두백반증과 같은 전암성 병변의 치료에 쓰이고, 셋째로는 후두 악성종양의 치료에 일부 적용되고 있다. 넷째, 기도폐쇄를 유발하는 각종 후두질환들, 즉 후두의 협착증, 양측성대마비에서 적당한 기도를 확보하기 위하여 사용된다.

후두의 양성 병변의 치료

후두의 양성 병변에 대해 레이저를 사용하게 됨으로써 수술방법에 많은 변화가 생겼다. CO₂ 레이저는 대부분의 후두 양성 병변에 적용이 가능하다. 레이저 후두수술의 여러 장점에 불구하고 레이저를 이용한 절개는 항상 조직에 열손상을 유발하는 문제로 인하여 음성수술에 있어서 아직까지 다소 논란이 있지만 점차 기술적인 보완이 되고 있으며, 후두유두종 같은 일부 성대 양성 종양이나 후두 및 기관협착증의 치료에 있어서는 주된 치료법으로 자리잡았다.

성공적인 후두미세수술을 위해서는 수술술기가 정교해야 하고 적절한 마취방법이 필요하며 미세수술을 위한 도구가 잘 갖추어져야 한다. 후두레이저 수술시 가능한 마취방법은 기도삽관(레이저용 마취튜브), 무삽관마취가 있고 고압환기장치(Jet ventilation)도 드물게 사용되기도 한다.⁶⁾ 무삽관 마취는 마취튜브에 가려 수술시야의 확보가 어려운 경우에 환자의 산소포화도가 100%인 상태에서 마취튜브를 빼고 수술을 진행하다가 산소포화도가 떨어지면 바로 마취튜브를 후두경을 통하여 집어넣고 마취를 유지하는 방법으로 대개 2~3분 정도 가능하다(Fig. 3). 후두의 뒤쪽에 있는 병변을 제거하기 위해서는 마취튜브의 뒤로 후두경을 삽입하여 수술시야를 확보할 수도 있다(Fig. 4).

양성 성대점막병변에 CO₂ 레이저를 사용하는 것은 아직까지 논란이 많다. 레이저 수술을 찬성하는 사람들은 비접촉 방식의 레이저 수술은 출혈이 없으며 성대점막에 외상 없이 정확한 절개를 가능하게 하는 이상적인 도구라고 하는 반면, 반대하는 측은 레이저 절개가 화상을 유발하여 반흔조직을 남김으로써 기능적 결과가 좋지 않다고 주장한다.⁷⁻⁹⁾ 하지만 레이저광선을 조절하는 미세조정기(AccuSpot, Lumenis)나 레이저 스캔 기기(Surgitouch, Lumenis) 등 레이저 기기의 발달로 인하여 성대 점막에 외상 및 탄화를 최소화 하면서 수술이 가능하게 되었다.^{10,11)}

1. 성대결절(Vocal nodule)

지속적인 음성남용 또는 무리한 발성에 의한 국소적 염증 반응에 의해 생기고 직업적으로 음성남용이 많은 사람에게 잘 생긴다. 증상으로는 지속적인 애성이 나타나고 음성피로가 쉽게 나타난다. 치료는 음성남용을 억제하고 잘못된 발성 습관을 교정하는 음성치료가 중요하며 음성치료만으로 호전이 되지 않는 경우에는 수술적 치료가 필요하다. 성대결절의 수술시에는 정상 점막을 최대한 보존하고 성대인대에 손상을 주지 않기 위해 초점의 크기를 작게 하고 출력을 낮추

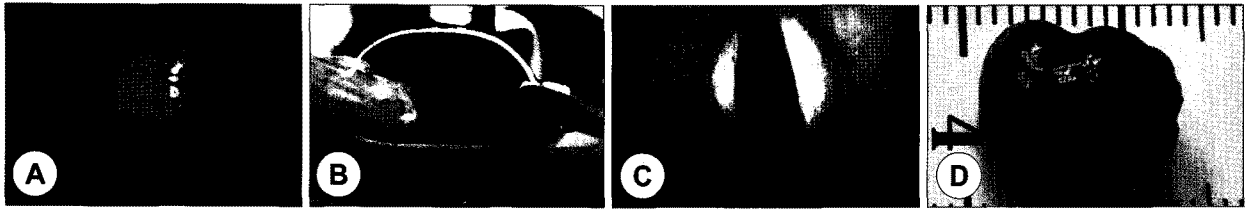


Fig. 3. Apeneic method. In removal of the granuloma at the posterior larynx, the intubation tube was extubated for a while. After the mass was removal, the intubation tube was reinserted through the direct laryngoscope.

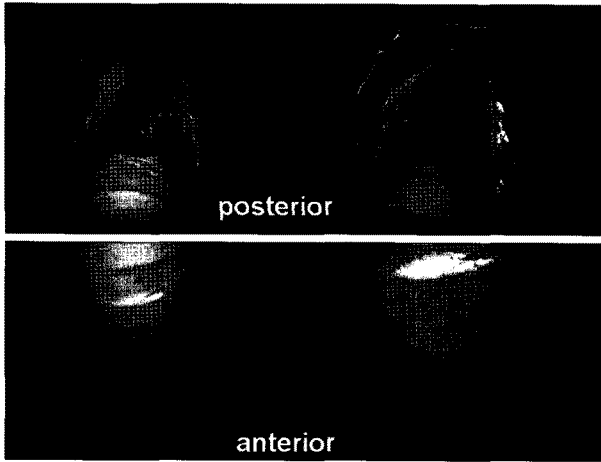


Fig. 4. Reposition of intubation tube. After papilloma at the anterior vocal fold was removed, the intubation tube was repositioned anteriorly by the direct laryngoscope for the removal of the papilloma located at posterior vocal fold.

어야 한다. 단단한 섬유성 결절(hard fibrous nodule)의 경우에는 미세수술용 겸자로 병변을 내측으로 잡아당겨 성대 유리연과 병변기시부를 확인한 후 경계부위에 레이저를 조사하여 절제한다. 연하고 무경성의 결절(soft sessile nodule)은 레이저를 조사하여 기화시키는 것 만으로도 제거할 수 있다. 이러한 시술을 위해서는 젖은 솜이나 레이저 보호대를 성대 하방에 위치시키고 성대의 자유연 내측의 결절에 직접 레이저를 조사한다.

2. 성대용종(Vocal fold polyps)

성대용종은 흔히 편측이며 성대의 자유연에서 기원한다. 원인으로는 무리한 성대의 사용이나 지속적인 음성남용이다. 성대용종은 대부분 수술적 치료가 필요하다. 후두경을 거치한 후 점막을 보호하기 위하여 젖은 거즈를 하방에 위치시킨다. 용종을 겸자로 잡아 내측으로 견인하면 성대의 긴장도가 발생하며 성대인대를 관찰할 수 있다. 점막을 레이저로 절개하여 용종을 제거한다. 용종으로 가는 혈관이 관찰되면 혈관을 먼저 레이저로 응고시키는 것이 좋다.

3. 낭종(Cysts)

점액저류낭종(mucous retention cyst)이 가장 흔하다.

점액저류낭종은 점막하선의 분비관이 막혀서 발생하며 주로 성대, 가성대, 피열후두개주름, 후두개에 발생한다. 재발을 막기 위해서는 완전 절제가 필요하다. 미세수술겸자로 낭종의 표면의 점막을 잡은 후 낭종을 점막에서 완전히 벗겨낸다.

4. 라인케 부종(Reinke's edema)

후두내시경상 발적이 없는 성대조직의 부종을 볼 수 있고 이러한 부종은 광범위해서 진성대는 마치 물주머니처럼 보인다. 보존적 치료로는 흡연을 삼가도록 하고 음성남용을 억제하도록 음성치료를 한다. 수술적 치료를 하는 경우에는 비가역적으로 목소리가 고음으로 변하며, 술후 일시적으로 음성장애가 악화될 수 있으며, 상기 병변은 목소리가 완전히 회복되지 않음을 술전에 환자에게 설명해야 한다.¹²⁾ 수술방법은 CO₂ 레이저를 이용하여 낮은 출력에서 성대의 상부 외측에 종절개를 가한다. 미세수술용 겸자로 내측 점막 피판을 당기고 라인케 공간내의 점액물질을 제거한다. 레이저로 조심스럽게 여분의 점막을 제거한 후 점막을 다시 제자리로 돌려놓는다. 만일 점막이 찢어져서 성대인대의 노출이 있는 경우에는 반대측 성대는 수술 부위가 아물때를 기다려서 이차로 수술의 시행하는 것이 좋다.

5. 성대의 육아종(Vocal fold granulomas)

점촉성 육아종은 발생시 피열연골의 내측면의 반복적인 외상으로 인하여 발생하며, 인후두역류증 또한 원인인자로 알려져 있다.^{13,14)} 보존적 치료로는 음성휴식과 양전자펌프억제제를 사용할 수 있다. 삼관육아종은 후두수술이나 기관지경검사, 또는 기관내 삼관술 후에 잘 발생한다. 주로 피열연골의 성대돌기 부위의 점막손상이 생기고 이 손상 부위가 육아종으로 치유된다. 삼관육아종은 양측성으로 오는 경우가 많다. 치료는 음성휴식과 스테로이드 분부가 있으며 육아종이 자라는 동안에는 항생제가 도움이 된다. 보존적 치료에도 육아종이 없어지지 않으면 후두미세수술기구나 CO₂ 레이저를 이용하여 절제술이 필요하다. 가능하면 삼관을 하지 않는 것이 좋으며 수술시 시야확보를 위하여 고압환기장치(jet ventilation)을 이용하거나, 삼관을 한 경우에는 삼관튜브를

앞으로 밀고 시행할 수 있다. CO₂ 레이저를 이용하면 출혈이 없이 정확하게 절제할 수 있으며 이때 연골에는 손상을 주지 않도록 주의하여야 한다.

6. 후두 유두종(Laryngeal papillomas)

후두유두종은 후두의 가장 흔한 양성종양으로 인유두종 바이러스 감염(HPV type 6, 11)이 원인이다. 발생부위는 주로 성대이며 성문상부와 성문하부로 파급되어 있는 경우가 많고 때로는 기관점막이나 인후두까지 파급되는 경우도 있다.¹⁵⁾ 후두유두종은 재발률이 높아 치료가 어렵다. 그러나 현재까지 치료방법 중에서 CO₂ 레이저를 이용하여 수술 현미경 하에서 후두 유두종을 절제하는 방법이 가장 일반적이다.¹⁶⁾ 병변이 광범위한 경우에는 유두종을 절제하는 방법과 동시에 레이저의 열로 기화시키는 방법을 이용한다. 실험적 연구에서 유두종 조직에서 기화된 연기에는 바이러스가 포함되어 있다는 보고가 있으므로 반드시 연기를 흡인하는 흡인기를 사용해야 한다.^{17,18)} 우선 Weerda와 같은 양편이 있는 후두경(bivalved laryngoscope)을 삽입하여 후두개와 가성대 부위의 유두종을 제거한 다음, 다시 닫힌 후두경을 삽입하여 성대와 성문하에 위치한 유두종을 제거한다. 피열연골의 내측이나 피열연골간 부위(interytenoid area)는 삽관튜브를 일시적으로 빼고 접근하는 것이 가장 좋다. 또한 후두경을 이용하여 삽관튜브를 앞쪽으로 이동시키고 유두종을 제거할 수도 있다. 레이저는 약간 초점을 흐리게 하고 출력을 낮추어 사용해야 하며 유두종이 존재하는 점막만을 국한해서 절제해야 한다. 또한 병변 사이의 정상점막은 보존해야 한다. 수술적 치료의 목적은 점막하조직은 보존하면서 표면의 유두종을 제거하는 것이다. 특히 후두전연합부위의 격막이나 유착을 방지하기 위하여 일차 수술에서 유두종을 다 제거하려고 하지 않고 일부 남기고 이차 수술에서 제거할 필요도 있다. 소아에서는 병변이 더 광범위하고 재발을 빨리 하므로 자주 내시경적 수술을 시행함으로써 호흡곤란을 예방하고 기관절개술을 피할 수 있다.¹⁶⁾

7. 혈관종(Hemangiomas)

후두에 발생하는 혈관종은 소아에서 주로 발생하는 모세혈관종(capillary hemangioma)과 성인에서 주로 발생하는 해면상 혈관종(carvenous hemangioma)으로 나눌 수 있다. 소아의 혈관종은 대개 선천성으로 출생후 수개월 이내에 흡기성 천명을 증상으로 나타나게 된다. 내시경 소견상 성문하부에 경계가 명확하며 붉은빛의 종창을 보인다. 혈관종은 저절로 없어지는 경우가 흔하지만 호흡곤란을 유발하는 경우에는 기관절개술을 시행하거나 레이저 수술을 시행하게 된다. 우선 0도나 30도 내시경을 이용하여 다른 혈관종이

있는지를 확인한다. 혈관종은 레이저 출력을 낮추어 조금씩 제거하게 되면 모세혈관에서 출혈이 없이 병변을 응고시킬 수 있다. 혈관종이 양측으로 존재하는 경우에는 한쪽을 먼저 제거하고 반대쪽은 나중에 제거하는 것이 좋다. 어린 소아의 경우에는 술 후 1~2일 정도 삽관을 유지하고 스테로이드를 투여한다. 만일 삽관튜브를 제거한 후 지속적으로 천명이 나타나면 전신마취하에 다시 후두경을 삽입하여 수술부위의 섬유성막(fibrinous membrane)이나 육아종을 제거해야 한다. Nd : YAG 레이저는 비접촉 방식으로 표면에 상처를 남기지 않는 장점이 있으나 침투 깊이를 평가하기가 어렵다.

성인의 경우에는 주로 해면상 혈관종(carvenous hemangioma)으로 후두실, 피열후두개주름, 이상와에 주로 발생한다. 혈관종이 유경형(pedunculated type)이거나 성문상부에 위치하면 CO₂ 레이저를 이용하여 제거할 수 있다. 혈관종에 공급되는 굵은 혈관이 있으면 박리하여 전기소작기로 지혈하거나 클립을 이용하여 결찰하여야 한다. 병변이 넓은 경우에는 Nd: YAG 레이저를 이용하는 것이 좋다.^{19,20)}

8. 후두 격막(Webs of anterior glottis)

성대의 전교련부위에 발생하는 후두격막은 CO₂ 레이저를 이용하여 성공적으로 치료가 가능하다. 낮은 출력으로 성대 인대를 보존하면서 반흔조직을 제거한다. 격막이 재형성되는 것을 방지하기 위해 전교련의 절제는 갑상연골의 내측면으로 열쇠구멍 모양으로 만든다. 격막을 일시에 제거하는 경우에는 반흔형성을 억제하기 위해 반복적인 mitomycin C의 도포하거나 또는 Keel을 전연합부에 설치한 후 4~6주 후에 제거함으로써 격막 재형성을 방지하는 것이 필요하다.

후두암에서 CO₂ 레이저를 이용한 성대절제술

1978년 Vaughan이 처음으로 성문암 환자에서 CO₂ 레이저를 이용하여 성대절제술을 소개한 이래 1990년대에 많은 발전이 있었고 현재는 후두암의 중요한 치료방법으로 정립되었다.²¹⁾ 레이저 성대절제술에서 종양을 절제하는 방법은 일괴로 절제하는 En bloc 절제술과 종양을 여러 조각으로 나누어 절제하는 blockwise 절제술이 있다. 종양이 작고 표면에 국한되어 있을 때는 enbloc 절제술이 유용하고 종양이 크고 침윤이 많을 때에는 blockwise 절제술이 유용하다(Fig. 5, 6). CO₂ 레이저를 이용하여 암조직을 통과하여 절제하여도 레이저의 열에 의해 절제면의 암세포가 기화하고 임파조직과 혈관이 막히므로 암의 전이를 일으킬 위험은 없다고 보고되었다.^{3,5)} 성문암에서 en bloc 절제술 시에는 종양변연

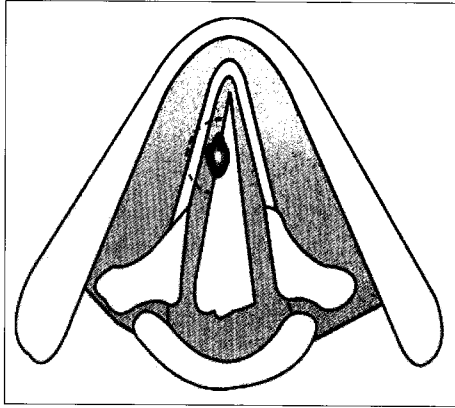


Fig. 5. En bloc resection for early glottic carcinoma.

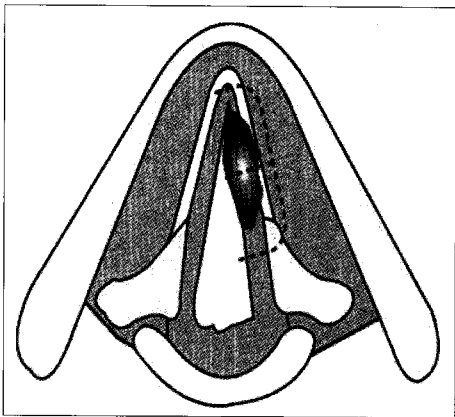


Fig. 6. Blockwise resection of glottic carcinoma. The cut through the carcinoma make the tumor margin visible and 1-3 mm of safety margin is enough in membranous vocal fold.

으로부터 약 3~5 mm의 정상조직을 더 절제하여야 하고 blockwise 절제의 경우에는 1.5~3 mm의 정상조직을 더 절제하여야 한다고 Steiner 등이 보고하였지만 저자의 경우에는 적어도 2 mm 이상을 절제하고 있다.³⁾ 그렇지만 성대의 전연합부에서는 병변의 정확한 구별이 어려워 갑상연골막이나 갑상연골의 절제까지도 고려하여야 한다. 상후두나 인두부에서는 암의 변연부와 정상조직 간의 전암성 병변의 이행부위가 있어서 정상조직을 1 cm 이상 포함하여 절제하여야 재발을 막을 수 있다.^{5,22)}

후두암에서 레이저 절제술의 장점은 첫째로 후두경하에서 수술하기 때문에 외부에 상처가 남지 않고 술 후 이환율이 적고 회복이 빠르다. 둘째로 비교적 큰 종양의 경우에도 현미경하에서 절제함으로써 절제범위를 축소시켜 후두기능의 보전이 용이하다. 셋째로 수술 현미경을 사용하기 때문에 암 조직을 더 정확하게 절제할 수 있으며 점막 병변의 관찰이 용이하다. 넷째로 기관절개술이 필요치 않으며 회복기간이 빠르다. 하지만 경구강 레이저 절제술은 수술 시야의 확보가 어

려운 단점이 있다. 특히 종양이 성대 하부나 부인강, 설기저부까지 침범한 경우에는 경구강 접근법으로는 종양을 완벽히 제거하기가 어렵다.²³⁾ 또한 종양이 큰 경우에도 기존의 수술 방법으로는 완전한 절제가 어려웠지만 Steiner 등이 여러 조각으로 분리하여 절제하는 방법을 고안하여 현재는 많은 술자들이 이 술식을 이용하고 있다.^{3,22)}

CO₂ 레이저를 이용하여 후두암을 수술하기 위해서는 집도의사가 후두암과 레이저 수술에 대한 많은 경험이 있어야 하고 마취의사와 병리의사의 긴밀한 협조가 필요하며 환자와 보호자의 의지와 협조가 필수적이다.^{4,24)} 술전에 내시경 검사와 방사선 검사를 시행하여 종양의 범위를 파악한 후에 수술방법을 정해야 한다. 후두의 레이저 수술을 시행하는 중에 종양이 후두개전 공간(preepiglottic space)나 성문주위공간(paraglottic space)를 침범한 경우에는 고식적인 수술로 변경하여야 한다.⁵⁾ 또한 수술하고자 하는 부위의 확실한 노출이 필요한데, 이를 위해서는 각종 크기의 후두경을 사용하고 조수로 하여금 외부에서 눌러서 병변을 잘 노출시킬 수 있으며 마취의사와 상의하여 다양한 방법의 마취를 시행할 수 있다. 수술 중에는 절제부 변연의 암 침범여부를 확인하기 위하여 동결절편 조직검사를 시행할 수 있고 절제된 조직의 단편을 잉크로 표시하여 절제면의 암조직 유무를 판단할 수 있다.³⁾ 이 때 조직검사는 가능하면 탄화가 덜 된 부위에서 시행하여야 레이저에 의한 변성 때문에 병리소견이 왜곡되는 것을 막을 수 있다. 고령이거나 전신마취가 어려운 경우에는 절제부위를 넓혀서 재수술을 방지하는 것이 유리하다.⁵⁾ 후두암 절제시 레이저에 대한 조직반응을 관찰하면 압과 정상조직을 더 잘 구별할 수 있다. 암 조직은 세포밀도가 높아 잘 절제되지 않고 탄화가 많이 되며 세포가 기화되면서 우유빛 액체가 나오는 것을 볼 수가 있다. 이에 비하여 정상 조직은 수분이 많고 탄화가 적고 잘 절제되는 성질이 있다. 그렇지만 연골막이나 연골, 가성대나 설기저부의 분비선이 많은 곳에서는 탄화가 많이 생기는 것을 염두에 두어야 한다. 그리고 이전의 조직검사나 수술, 방사선치료 등으로 조직의 변성이 생긴 경우에도 탄화가 많아 술중에 동결절편검사가 필요하다. 성대절제술 시행할 때에는 전연합부의 침범 여부를 주의깊게 살펴야 한다. 전연합부는 재발이 흔한 곳으로 이곳을 침범한 경우에는 갑상연골막이나 연골까지 절제하여야 하고 특히 성대하부까지 절제하여야 한다.

레이저성대절제술의 결과를 객관적으로 분석하고 비교하기 위하여 European Laryngologic Society에서는 레이저 성대절제술을 5단계로 분류하였다(Fig. 7).²⁵⁾ 최근, Remacle 등은 전연합부를 침범한 후두암의 경우 새로운 레

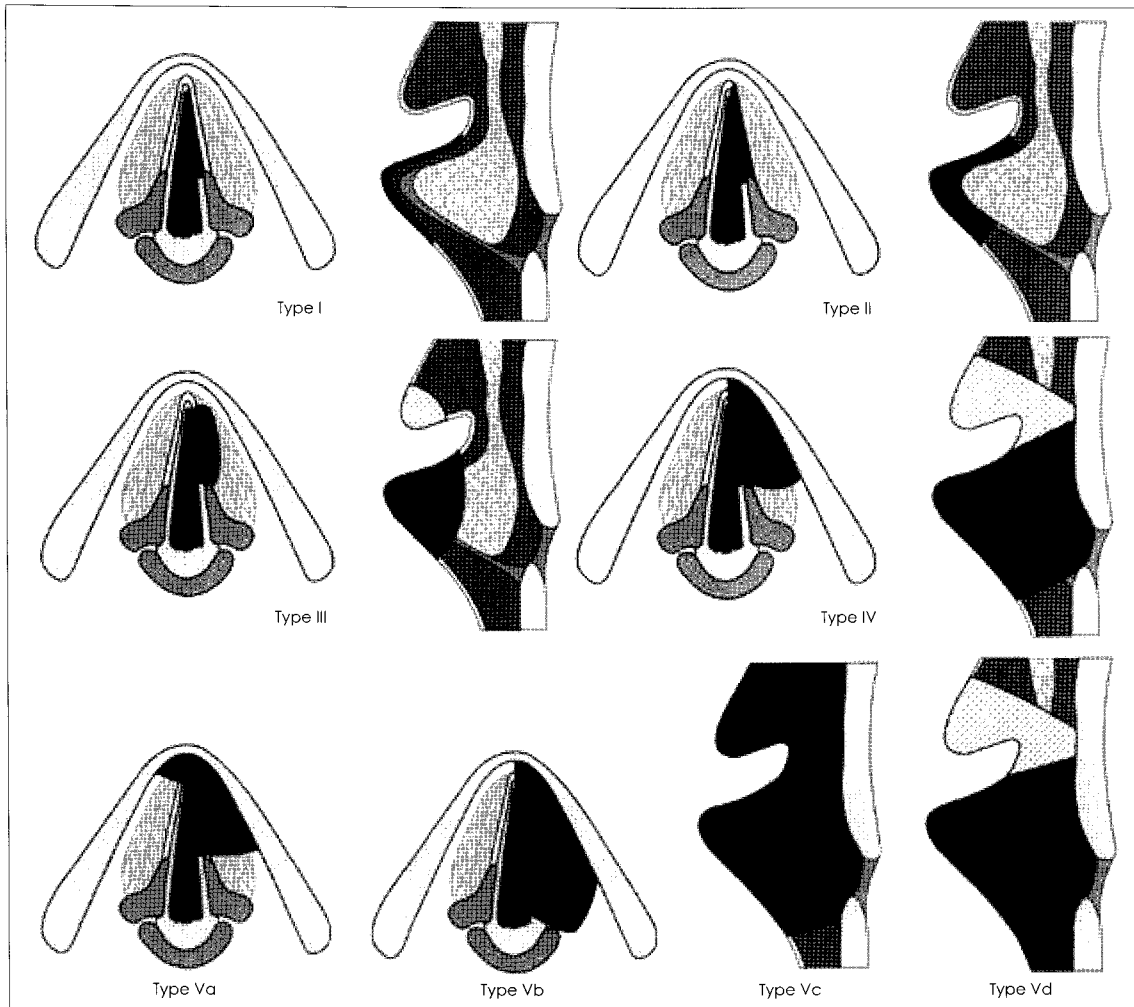


Fig. 7. Classification of endoscopic laser cordectomy by the working committee of European Laryngologic Society (2000).

이러 성대절제술을 제시함으로써 분류체계를 수정하였다 (Fig. 8, Table 1).²⁶⁾ Damm 등은 Tis군에서 레이저성대절제술, 성대박피술(cord stripping), 방사선치료를 시행하여 각각 1%, 12%, 7%에서 후두전적출술을 시행한 결과를 보고하였다.²⁷⁾ 레이저 성대절제술의 성적은 T1-2의 조기 성문암의 경우 90~100%의 국소치료율과 후두보전율을 보인다.^{28,29)} 이 결과는 방사선치료나 갑상연골절개를 통한 성대절제술과 비슷한 치료성정이다.³⁰⁾ 레이저 성대절제술의 경우 방사선치료나 후두부분절제술 보다 재발의 발견이 쉽고, 따라서 다시 레이저 성대절제술로 치료할 수 있는 가능성이 있어 조기 후두암의 일차 치료로 권장되고 있다.²⁹⁾ Type I이나 type II, 일부 type III 레이저 성대절제술을 시행한 경우에 수술 직후에는 음성이 방사선치료보다 나쁘지만 6개월 경과 후에는 동등한 음질을 보인다.^{31,32)} 특히 레이저 성대절제술의 음성결과는 전연합부의 절제에 의한 유착이나 술 후 치유과정 중에 생기는 반흔 조직에 크게 영향을 받는다.³¹⁻³⁵⁾

레이저 수술 시 안전관리

레이저 사고는 레이저에 대한 사전 지식이 없거나, 안전 관리에 대한 교육이 없이 사용할 경우에 발생할 수 있다. 직접 혹은 반사된 레이저광선은 피부나 눈에 화상을 입히며 수술용 덮개나 기관내 튜브 등 인화성 물질에 닿을 경우 화재 일으킬 수 있다. 또한 레이저-조직 상호반응으로 생기는 연기는 자극성 냄새가 있고 폐를 자극하고 구토를 유발하며 전염성 물질의 전파가 가능하다. 따라서 레이저의 기본 성질과 조직과의 상호작용, 레이저 기기의 사용법을 숙지하고 안전조치를 취한 후에 수술을 시행하여야 레이저로 인한 여러 부작용을 피할 수 있다.

먼저 눈에 대한 안전으로 미국규격협회(The American National Standard Institute, ANSI)는 눈에 미치는 장애 정도에 따라 레이저를 4가지로 분류하는데 1등급은 눈에

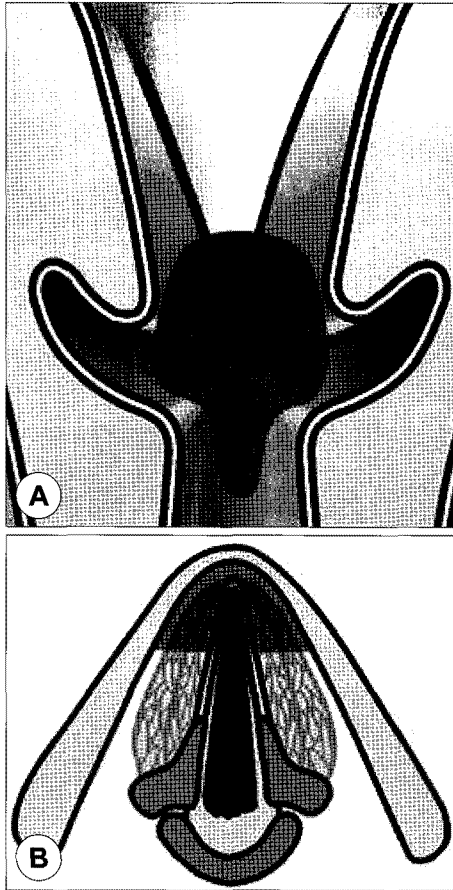


Fig. 8. A : Type VI cordectomy : anterior bilateral cordectomy and commissurectomy. B : Resection commissure.

Table 1. Endoscopic cordectomy : classification by European Laryngologic Society

Type I	Subepithelial cordectomy
Type II	Subligamental cordectomy
Type III	Transmuscular cordectomy
Type IV	Total cordectomy
Type Va	Extended cordectomy (contralateral vocal fold and xanterior commissure)
Type Vb	Extended cordectomy (arytenoids)
Type Vc	Extended cordectomy (subglottis)
Type Vd	Extended cordectomy (ventricle)
Type VI	Anterior bilateral cordectomy and commissurectomy

아무런 해를 주지 않는 레이저이다. 2등급은 가시광선의 레이저로 눈을 깜박이는 0.25초 이내에 노출되어도 안전한, 출력이 1mW 이내로 CO₂와 Nd : YAG 레이저에서 조준광선으로 사용되는 He-Ne 레이저와 혹은 레이저포인터와 같은 기기이다. 3등급은 출력이 0.5W까지 이며 직접 노출되면 해를 줄 수 있으며 피부에 사용하는 성형용의 레이저가 이에 속한다. 3등급의 레이저는 작동하는데 훈련이 필요하고 해를 줄 수 있는 잠재력이 있기 때문에 작동에 주의가 필요하고 보호

장비가 필요하다. 4등급은 출력이 0.5W 이상의 레이저로 순간적으로 노출이 되어도 해를 받을 수 있다. CO₂ 레이저와 같이 잠재적으로 위험한 레이저로 직접 혹은 반사된 광선에 의해 화상, 화재, 안구손상, 기관튜브 폭발과 같은 피해를 줄 수 있어 사용에 상당한 주의가 필요하며 제조회사는 해당 레이저를 4등급으로 분류할 의무가 있으며 각종의 안전장치를 부착해야 한다.³⁶⁾ 눈은 레이저 광선에 대단히 예민하다. CO₂ 같은 파장이 긴 원적외선 레이저는 대부분 각막, 수정체, 유리체에 흡수되어 망막에는 손상을 주지 않지만 각막에 화상을 입힌다. Nd : YAG, KTP 레이저와 같이 가시광선 영역의 파장을 가지는 레이저는 망막에 손상을 주어 암점을 만들거나, 망막이나 시신경에 손상을 주게 되면 시력 장애를 가져올 수 있다. 이러한 안구 손상의 위험을 줄이기 위해서는 레이저에 맞는, 측방보호막이 있는 보호안경을 착용하여야 한다. 환자의 눈도 생리 식염수로 젖은 거즈나 금속 눈 덮개 또는 보호안경으로 보호해야 한다.

피부도 레이저에 노출되면 손상될 수 있다. 레이저의 파장, 노출시간, 광선의 밀도에 따라 국소적인 발적으로부터 탄화까지 반응은 다양하다. 조직 손상의 일차적 원인은 고온효과로, 고온의 단백질을 변화시키고(60°C), 조직을 파괴하며 혈관을 응고시키고(80~100°C), 조직을 증발시키며 건조된 조직을 타게 한다(100~250°C). 따라서 수술시야 이외의 부분은 물에 적신 방포를 덮어주어야 한다.

레이저로 발생된 연기는 독한 냄새가 나고 0.1 μm 정도까지 작은 입자들로 구성되어 있어 세기관지, 폐포에까지 이를 수 있다. 연기에 노출되면 눈, 코, 목에 자극을 주며 오심과 기침을 일으킬 수 있다. 레이저 연기에는 바이러스가 포함될 수 있으므로 연기 흡입기를 사용하여야 하고 레이저마스크를 착용하여야 한다.^{17,18)}

후두나 기관의 레이저 시술 시 기도내의 화재가 발생하는 것을 방지하기 위해 금속테이프로 감은 레이저용 마취튜브를 사용해야 한다. Polyethylene 계통의 튜브는 인화성이 높고 화재시 질식을 유발하는 가스를 방출하므로 사용하여서는 안 된다. 또한 마취튜브는 가능하면 작은 것을 사용하는 것이 수술시야 확보에 용이하다. 마취튜브의 기낭(cuff)은 색깔 있는 식염수로 채워야 레이저에 의한 화재를 방지하고 기낭의 손상을 빨리 발견할 수 있고 수술 중에는 식염수를 적신 솜(cottonoid)으로 마취튜브의 기낭을 보호하여야 한다. 마취 가스는 산소 분압을 40% 이하(FiO₂<0.4)로 유지하고 가능하면 질소 가스 같은 발화 작용이 있는 가스는 피하여야 한다. 일단 화재가 발생하면 신속하고 적절한 응급조치를 취해야 한다. 우선 불붙은 기관 내 튜브를 즉시 제거하고, 기관 내 재삼관을 할 수 있을 때까지 마스크로 순

수 O₂를 유지한다. 기관내시경으로 기관과 후두내의 피해를 평가하고 이물질이 있으면 제거한다. 기도과 폐에 대한 손상은 고온뿐만 아니라 연기나 화재로 발생한 잔해로부터 생기기므로 탄소화된 이물은 제거하여야 한다. 하지만 기도세척은 잔해물을 기관지에 더 밀어 넣을 수 있으므로 피한다. 보조 환기를 하고 기관확장제, 항생제, 스테로이드 등을 투여해야 한다.

레이저를 사용하는 수술실은 항상 밖과 차단되도록 유리창을 가려야 하며 출입문 밖에는 레이저사용 중 이라는 표지판을 설치하여야 하고 레이저 수술 중 수술실에 들어오는 사람들을 위해 보호안경을 출입문 밖에 비치하여야 한다. 레이저를 사용하는 수술실 내에는 항상 환기가 잘 되도록 유지하여야 한다. 레이저를 조작하기 전에 항상 안전 수칙을 확인하고 적절한 순서로 레이저를 작동해야 한다. 또한 반사되거나 잘못 조준된 레이저로 인해 예측할 수 없는 사고가 발생될 수 있으므로 수술실 내에는 인화성 물질을 잘 보관하여야 한다.

중심 단어 : 후두·CO₂ 레이저.

REFERENCES

- 1) Jako GJ. *Laser surgery of the vocal cords. An experimental study with carbon dioxide lasers on dogs. Laryngoscope* 1972;82:2204-16.
- 2) Strong MS, Jako GJ. *Laser surgery in the larynx. Early clinical experience with continuous CO₂ laser. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1972; 81:791-8.
- 3) Steiner W, Ambrosch P. *Endoscopic laser surgery of the upper aerodigestive tract, Stuttgart-New York: Thieme;2000.*
- 4) Eckel HE, Schneider C, Jungehulsing M, Damm M, Schroder U, Vossing M. *Potential role of transoral laser surgery for larynx carcinoma. Lasers Surg Med* 1998;23:70-86.
- 5) Rudert HH, Werner JA, Hoft S. *Transoral carbon dioxide laser resection of supraglottic carcinoma. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999; 108:819-27.
- 6) Lanzenberger-Schragl E, Donner A, Grasl MC, Zimpfer M, Aloy A. *Superimposed high-frequency jet ventilation for laryngeal and tracheal surgery. Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;126:40-4.
- 7) Shapshay SM, Rebeiz EE, Bohigian RK, Hybels RL. *Benign lesions of the larynx: should the laser be used? Laryngoscope* 1990;100: 953-7.
- 8) Zeitels SM. *Laser versus cold instruments for microlaryngoscopic surgery. Laryngoscope* 1996;106:545-52.
- 9) Hormann K, Baker-Schreyer A, Keilmann A, Biermann G. *Functional results after CO₂ laser surgery combined with conventional phonosurgery. J Laryngol Otol* 1999;113:140-4.
- 10) Ossoff RH, Werkhaven JA, Raif J, Abraham M. *Advanced microspot microslad for the CO₂ laser. Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;105:411-4.
- 11) Remacle M, Lawson G, Watelet JB. *Carbon dioxide laser microsurgery of benign vocal fold lesions: indications, techniques, and results in 251 patients. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1999;108:156-64.
- 12) Murry T, Abitbol J, Hersan R. *Quantitative assessment of voice quality following laser surgery for Reinke's edema. J Voice* 1999; 13:257-64.

- 13) Habermann W, Eherer A, Lindbichler F, Raith J, Friedrich G. *Exjuvantibus approach for chronic posterior laryngitis: results of short-term pantoprazole therapy. J Laryngol Otol* 1999;113:734-9.
- 14) Ylitalo R, Ramel S. *Extraesophageal reflux in patients with contact granuloma: a prospective controlled study. Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002;111:441-6.
- 15) Doyle DJ, Gianoli GJ, Espinola T, Miller RH. *Juvenile onset recurrent respiratory papillomatosis: juvenile versus adult forms. Laryngoscope* 1994;104:523-7.
- 16) Hill DS, Akhtar S, Corroll A, Croft CB. *Quality of life issues in recurrent respiratory papillomatosis. Clin Otolaryngol* 2000;25: 153-60.
- 17) Kashima HK, Kessis T, Mounts P, Shah K. *Polymerase chain reaction identification of human papillomavirus DNA in CO₂ laser plume from recurrent respiratory papillomatosis. Otolaryngol Head Neck Surg* 1991;104:191-5.
- 18) Abramson AL, DiLorenzo TP, Steinberg BM. *Is papillomavirus detectable in the plume of laser-treated laryngeal papilloma? Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1990;116:604-7.
- 19) Werner JA, Lippert BM, Hoffmann P, Rudert H. *Nd: YAG laser therapy of voluminous hemangiomas and vascular malformations. Adv Otorhinolaryngol* 1995;49:75-80.
- 20) Yellin SA, LaBruna A, Anand VK. *Nd: YAG laser treatment for laryngeal and hypopharyngeal hemangiomas: a new technique. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996;105:510-5.
- 21) Vaughan CW, Strong MS, Jako GJ. *Laryngeal carcinoma: Transoral treatment utilizing the CO₂ laser. Am J Surg* 1978;136:490-3.
- 22) Ambrosch P, Kron M, Steiner W. *Carbon dioxide laser microsurgery for early supraglottic carcinoma. Ann Otol Rhinol Laryngol* 1998; 107:680-8.
- 23) Davis RK, Jako GJ, Hyams VJ, Shapshay SM. *The anatomic limitations of CO₂ laser cordectomy. Laryngoscope* 1982;92:980-4.
- 24) Peretti G, Piazza C, Balzanelli C, Cantarella G, Nicolai P. *Vocal outcome after endoscopic cordectomies for Tis and T1 glottic carcinomas. Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003;112:174-9.
- 25) Remacle M, Eckel HE, Antonelli A, Brasnu D, Chevalier D, Friedrich G, Olofsson J, et al. *Endoscopic cordectomy. A proposal for a classification by the Working Committee, European Laryngological Society. Eur Arch Otorhinolaryngol* 2000;257:227-31.
- 26) Remacle M, Van Haverbeke C, Eckel H, Bradley P, Chevalier D, Djukic V, de Vicentiis M, et al. *Proposal for revision of the European Laryngological Society classification of endoscopic cordectomies. Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:499-504.
- 27) Damm M, Sittel C, Streppel M, Eckel HE. *Transoral CO₂ laser for surgical management of glottic carcinoma in situ. Laryngoscope* 2000;110:1215-21.
- 28) Moreau PR. *Treatment of laryngeal carcinomas by laser endoscopic microsurgery. Laryngoscope* 2000;110:1000-6.
- 29) Murty GE, Diver JP, Bradley PJ. *Carcinoma in situ of the glottis: radiotherapy or excision biopsy? Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993; 102:592-5.
- 30) Gallo A, de Vicentiis M, Manciooco V, Simonelli M, Fiorella ML, Shah JP. *CO₂ laser cordectomy for early-stage glottic carcinoma: a long-term follow-up of 156 cases. Laryngoscope* 2002;112:370-4.
- 31) Peretti G, Nicolai P, Piazza C, Redaelli de Zinis LO, Valentini S, Antonelli AR. *Oncological results of endoscopic resections of Tis and T1 glottic carcinomas by carbon dioxide laser. Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001;110:820-6.
- 32) Remacle M, Lawson G, Jamart J, Minet M, Watelet JB, Delos M. *CO₂ laser in the diagnosis and treatment of early cancer of the vocal fold. Eur Arch Otorhinolaryngol* 1997;254:169-76.
- 33) Olthoff A, Mrugalla S, Laskawi R, Fröhlich M, Stuermer I, Kruse E, Ambrosch P, et al. *Assessment of irregular voices after total and laser surgical partial laryngectomy. Arch Otolaryngol Head Neck*

후두 레이저 수술

- Surg* 2003;129:994-9.
- 34) Delsupehe KG, Zink I, Lejaegere M, Bastian RW. *Voice quality after narrow-margin laser cordectomy compared with laryngeal irradiation. Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;121:528-33.
- 35) Sittel C, Eckel HE, Eschenburg C. *Phonatory results after laser surgery for glottic carcinoma. Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;119:418-24.
- 36) 한국식품의약품안전청. *의료용 레이저 안전지침서*;2005. p.11-3.