

# 경구강 레이저 및 로봇 수술

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실

노 종 렬 · 유 창 환

## Transoral Laser and Robotic Surgery

Jong-Lyel Roh and Chang Hwan Ryu

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

Traditionally, the main strategy of treatment of the head and neck cancer was en bloc resection including adjacent normal tissues through wide incision. However, the procedures may leave severe functional deficit such as swallowing difficulty, aspiration, and wide neck scar. Therefore, many attempts have been made up to minimize these morbidities. Of them, the minimal invasive approach such as transoral laser microsurgery (TLM) and transoral robot surgery (TORS) have been spotlighted as a sensible strategy for organ preservation of the head and neck cancer patients. Results of TLM are equivalent to those obtained by conventional surgery, with considerably less morbidity, less hospital time and better postoperative function. Oncologic results of TLM are equivalent to conventional surgery. TORS are safe, feasible, and promising but oncologic safety is not yet verified. This article covers to current application of TLM and TORS, their advantages and limitations, and future direction.

**Korean J Bronchoesophagol 2011;17:29-34**

**KEY WORDS** Head and neck cancers · Laser · Robotics · Minimal invasive surgery.

## 서 론

전통적으로 암의 치료는 충분한 절개를 통한 시야 확보와 정상 조직을 포함한 종양 조직의 일괄절제(en bloc resection)가 주를 이루었다. 그러나 이와 같은 술식은 수술 반환의 미용적인 문제와 정상 조직의 과도한 절제로 인한 기능 부전의 후유증을 동반하는 경우가 많다. 특히 두경부 암은 호흡과 발성, 연하 등의 중요한 기능을 하는 기관들이 복잡하게 밀집되어 있는 곳에 발생하게 되기 때문에 다른 부위의 암보다 심각한 기능적인 문제를 일으키게 된다. 때문에 지난 수십년간 두경부 암의 치료는 종양의 완치뿐 만 아니라 삶의 질을 고려한 치료에 대해 고민하게 되었으며, 합병증과 후유증을 줄이기 위한 노력이 활발하게 진행되어 왔다.

초기 후두암의 경우 방사선 치료는 절개를 통한 고식적인

수술에 비해 이환율과 합병증이 적으면서도 고식적인 수술의 성적과 대등한 성적을 보이고 있다.<sup>1)</sup> 그러므로 많은 기관에서 초기 후두암의 표준 치료(standard treatment)로 방사선 치료를 채택하고 있다. 진행된 후두암의 경우도 항암/방사선 치료의 발달로 인해 후두 전 절제술의 필요성이 전보다 많이 감소하고 있다. 한 보고를 살펴 보면 진행된 후두암에서 cisplatin을 근간으로 하는 항암요법과 방사선 치료를 병행한 후 수술을 시행했을 때 후두 전적출술과 종양학적으로 성적의 차이는 없으면서도 후두를 보존할 수 있었다.<sup>2)</sup>

항암 치료와 방사선 치료 외에 수술 분야에서도 이러한 노력이 끊임 없이 진행되어 왔으며 기능을 최대한 보존하는 최소 침습 수술(minimally invasive surgery)의 개념이 도입되어 시행되고 있다. 이러한 경향의 대표적인 것이 레이저와 로봇의 도입이다.

두경부 암에서 레이저를 이용한 수술은 1978년 Vaughan이 처음으로 성문암 환자에서 성대절제술을 시행하였고, 1990년대 점점 발전하여 현재는 후두암 치료의 중요한 치료 방법으로 정립되었다.<sup>3,4)</sup> 독일의 Steiner 등<sup>3)</sup>은 후두암을 여러

논문접수일: 2011년 5월 9일 / 심사완료일: 2011년 5월 11일

교신저자: 노종렬, 138-736 서울 송파구 아산병원길 86

울산대학교 의과대학 서울아산병원 이비인후과학교실

전화: 02-3010-3710 · 전송: 02-489-2773

E-mail: rohjl@amc.seoul.kr

조각으로 나누어 절제하는 방법을 정립하여 진행된 후두암에서도 내시경으로 레이저 절제가 가능하도록 하였고, 수술 결과도 기존의 고식적인 수술 방법 보다 기능의 보존에서 훨씬 유리하며, 종양학적인 결과도 비슷하거나 우수함을 입증하였다. 현재는 구인두암, 하인두암에도 경구강 레이저 미세수술(Transoral Laser Microsurgery, TLM)의 적용이 점점 확대되고 있다.<sup>5-12)</sup>

2005년 Hockstein 등은 마네킹과 사체를 이용해 두경부 암에서 로봇 수술의 적용 가능성을 처음으로 보고 하였다.<sup>13,14)</sup> 이후 Weinstein 등은 로봇을 이용하여 구강을 통해 후두 부분 절제술을 시행하고 이러한 수술을 경구강 로봇 수술(Transoral Robotic Surgery, TORS)로 명명하였다.<sup>15)</sup> TORS는 3차원의 영상을 얻을 수 있기 때문에 입체적인 수술 시야를 가능하고, 움직임이 자유롭기 때문에 사용하기가 매우 편리하다. 때문에 TLM과 마찬가지로 TORS 역시 구강, 구인두, 부인두, 후두 및 하인두 수술에 점점 많이 이용 되고 있다.<sup>15-20)</sup>

이 글에서는 현재 두경부 외과 영역에서 활발히 이루어지고 있는 TLM과TORS의 현재 경향에 알아보고 향후 두경부 암 치료에서 역할에 대해 기술하고자 한다.

## 경구강 레이저 미세 수술 (Transoral Laser Microsurgery, TLM)

### 경구강 레이저 미세수술(Transoral Laser Microsurgery, TLM)의 장·단점

TLM은 최소 침습적인 내시경적 수술로서 현미경하에 CO<sub>2</sub> 레이저를 이용해 병변부를 절개하여 종양의 깊이를 파악하고 주변에 중요한 구조물들을 최대한 보존하면서 종양을 완전히 절제하는 수술 방법이다. TLM의 장점으로는 ① 후두경하에서 수술하기 때문에 술 후 경과가 빠르고, 합병증의 발생율이 적음, ② 외부 절개를 하지 않기 때문에 외부에 상처가 남지 않음, ③ 기관 절개술을 피할 수 있기 때문에 수술 후 흡인이 적어 빠른 시간 내에 정상적인 음식 섭취가 가능함, ④ 현미경하에서 레이저로 소작 절제 하기 때문에 절제 범위를 축소 시켜 후두의 연골 골격을 유지할 수 있고 기능적인 측면에서도 좋은 결과를 보임, ⑤ CO<sub>2</sub> 레이저의 고유의 지혈 효과로 동맥 0.5 mm, 정맥 1.0 mm까지는 무혈 수술이 가능하고 종양 절제 시 종양 세포의 전이를 막아 안전변연(safety margin)의 확보에 유리함, ⑥ 수술 후 국소 염증 반응이 극히 경미하고 치유 과정 중 육아조직의 과형성 및 반흔 형성이 적어 좋은 목소리를 유지할 수 있음, ⑦ 레이저는 비전리 방사선이기 때문에 인체에 해가 없어 여러 번 반복하여 수술할 수 있고, 국소재발이 있는 경우 추가적인 치료선택의 범위가

넓음<sup>21)</sup> 등이 있다. 그러나 TLM은 레이저의 직진성과 현미경의 제한된 시야 때문에 수술의 술기를 익히기가 쉽지 않고, 현미경의 렌즈가 환자로부터 멀리 위치하며 2차원의 영상만을 얻을 수 있기 때문에 깊이 감각에 대한 정보가 제한되는 단점이 있다. 또한 절제 연이 불확실하고 염증성 부종으로 인하여 쉽게 전이가 될 가능성이 있다.<sup>22)</sup>

### 경구강 레이저 미세수술의 방법

TLM에서 CO<sub>2</sub> 레이저를 이용한 종양의 절제 방법은 2가지가 있다. 암 조직을 한 번에 절제하는 일괄절제(en bloc resection)방법과 여러 조각으로 나누어서 절제하는 방법(blockwise resection)이다. 과거에는 종양의 크기가 작고, 제한되어 있는 경우에는 en bloc 절제를 권유하였고, 종양의 크기가 불규칙하거나 침윤이 많은 경우 blockwise 방법을 권유하였다. 그러나 최근에는 blockwise 방법을 더 선호하고 있다.<sup>3,23,24)</sup> 만약 조직을 en bloc으로 절제하게 되면 heat artefact에 의해 종양의 변연을 확인하기 어렵고, 조직의 orientation이 불분명하게 되어 병리 판독 시에 어려움이 있을 수 있다. 이는 환자의 예후를 가늠할 거나 추가 치료(adjuvant treatment)를 계획할 때 혼란을 가져오게 된다. Preuss 등은 en bloc으로 절제한 초기 후두암환자들 181명을 대상으로 조직 검사를 확인하였는데, 84명의 환자(46%)에서 양성 또는 양성 의심의 결과가 나왔다. 이 중 55명의 환자는 즉시 재수술에 들어갔으나, 22명(40%)만이 잔존 암이 확인되었다. 8~10주가 지난 후 163명의 환자에서 추시 수술(second-look surgery)를 시행하였고, 임상적으로 종양의 재발이 의심되지 않은 136명에서는 7명(5%)만이 조직 검사상 양성으로 의심이 되었고, 임상적으로 재발이 의심된 32명의 환자에서는 9명(28%)만이 조직 검사상 양성으로 판정되었다.<sup>25)</sup> en bloc 절제를 다른 문헌들도 종양의 변연에 대한 판독이 비슷한 결과를 보이고 있다.<sup>26,27)</sup> 암 조직을 여러 조각으로 나누어 제거를 하더라도 현미경을 통한 자세한 관찰과 술 중 동결 절편을 이용한 병리학적 판단을 통해 암 조직을 구획화 하여 제거하는 것이 중요하다.<sup>28)</sup>

### 후두암에서의 경구강 미세 수술

TLM이 가장 활발하게 이용되는 암은 초기 후두암(Stage I, II)이지만 초기 후두암에 대해 TLM이 방사선 치료나 개방 후두보존 수술보다 종양학적으로 안정적이라는 결론을 내리기는 어렵다. 초기 후두암에 대한 TLM과 다른 치료 방법간의 전향적 맹목대조연구(prospective randomised controlled trial)에 대한 연구가 아직 이루어지지 않았고, 지금까지 보고된 치료 방법 간의 meta분석도 데이터의 적절성의 문제로 인해 이상적인 치료 방법을 찾지 못하고 있다.<sup>29)</sup> 그러나 TLM

에 의한 초기 후두암의 TLM에 의한 국소제어율(local control rate)은 80~100%, 생존율은 68~95%이고, 방사선치료의 국소제어율은 85~94%이고, 생존율은 63~82%으로 알려져 있고, 초기 후두암에서 TLM은 방사선 치료나 개방후두보존 수술보다 종양의 국소 조절에 유리하거나 적어도 뒤지지는 않음을 유추할 수 있다.<sup>1,28,30</sup> 또한 TLM은 수술 후 이환율이나 기능 보존에서 다른 치료 방법보다 우수하다. 이러한 경향을 반영 하듯 현재 초기 후두암의 초기 치료 방법으로 TLM의 선택이 증가하고 있는 추세이다.<sup>29,30</sup>

전연합부(anterior commissure)를 침범한 후두암의 TLM에 의한 국소제어율은 20~76% 정도로 전연합부를 침범하지 않는 경우 보다 좋지 않다.<sup>31,32</sup> 해부학적으로 전연합부는 주위의 갑상연골로 침범을 막는 역할을 하지만<sup>33</sup> Broyles 인대의 결합이 약한 부위를 따라 성문암이 갑상연골로 퍼질 수 있다. 또한 수술적으로도 전연합부는 TLM시 시야 확보가 어렵다.<sup>34,35</sup> 그러나 전연합부 침범의 후두암의 국소 재발 및 불완전 절제는 추시 수술(second look surgery)을 통해 감시할 수 있다. 추시 수술은 전연합부 수술 후에 흔히 발생하는 육아종의 형성, 웹의 형성에 의한 발성의 장애를 치료하기 위해 이용되기도 한다. 저자의 경우 전연합부를 침범한 성문암에서 TLM후 추시 수술의 효용을 평가하였다. 총 27명의 환자 중에서 7명(25.9%)의 환자에서 국소 재발이 관찰되었다. 모든 환자에서 추시 수술을 시행하였으며 2명에서 국소 재발을 보였고, 8명에서 웹, 11명에서 육아종이 관찰되었다.<sup>32</sup> Steiner 등은 1986년부터 1996년 까지 263명의 전연합부를 침범한 성문암에 대해 TLM을 시행하였다. 그들의 결과를 보면 89명(71%)의 환자에서 전연합부에 웹과 육아종 등이 관찰되어 재 수술을 시행하였다. 국소 재발율과 후두 보존율은 전연합부를 침범하지 않는 성문암 보다 낮게 관찰되었다.<sup>36</sup>

Blockwise 절제 방법의 발전은 진행된 후두암에서도 내시경으로 레이저 절제가 가능하도록 하였다.<sup>23,24</sup> 147명의 T3 후두암에서 경구강 레이저 절제술 후 5년 무병생존율이 53.1%였고, 기관 보존율은 60%였다고 보고하여 진행된 후두암에서도 레이저 절제술이 유용하다고 보고하였다.<sup>37</sup> CO<sub>2</sub> 레이저를 이용한 경구강 성문상부 후두부분절제술도 경부 접근법에 비해 종양학적 또는 기능적 결과가 그에 못지 않거나 더 좋은 결과를 보여주고 있어 전세계적으로 그 사용이 증가하고 있다.<sup>38,39</sup>

### 구인두암에서의 경구강 레이저 미세 수술

구인두암에서 적응증은 구강을 통해 내시경적 접근이 가능한 부위에 발생한 두경부암에 국한된다. 59명의 설근부암(base of tongue) 환자에서 경구강 레이저절제와 경부림프절제술(83%), 그리고 술후 방사선치료(47%)을 시행하였을 때 2

년과 5년 생존율(overall survival)이 각각 91%와 69%였으며, 국소제어율은 90%의 치료결과를 보였다.<sup>5</sup> 최근에는 국소 진행된 구인두암(stage III and IV) 환자 84명을 경구강 레이저 절제술(±항암/방사선 치료)을 시행하였을 때 88%의 5년 생존율, 92%의 무병생존율을 보여 좋은 치료결과를 보인다고 보고하였다.<sup>6</sup>

### 하인두암에서 경구강 레이저 미세 수술

경구강 레이저절제술은 후두암의 치료에서 먼저 시작되어 하인두암 수술까지 확대되었다. 레이저절제술은 초기 하인두암에 적용하였고 이후 진행된 경우에까지 적응증을 확대하였다. 개방수술과 비교하여 경구강 레이저 수술은 5년 생존율이 초기암(stage I, II)의 경우에는 50~70% 내외이고, 진행된 암(stage III, IV)은 40~50%라고 보고되어 있다.<sup>7-11</sup> 또한 초기암의 경우 기관 보존이 가능한 무병생존율이 60%라고 알려져 있다.<sup>12</sup> 경구강 레이저 미세수술은 치료 성적 및 치료와 연관된 합병증의 발생에 있어 개방적 수술 또는 항암치료를 포함한 다른 치료 방법과 비교하여 뒤지지 않는 것으로 알려져 있다. 또한 수술 후 후두 보존으로 인해 높은 삶의 질을 보장할 수 있고 후두의 감각 신경을 보존할 수 있어 특히 고령의 환자에게 이환율을 줄일 수 있는 방법으로 알려져 있다.<sup>7,10,12,40,41</sup>

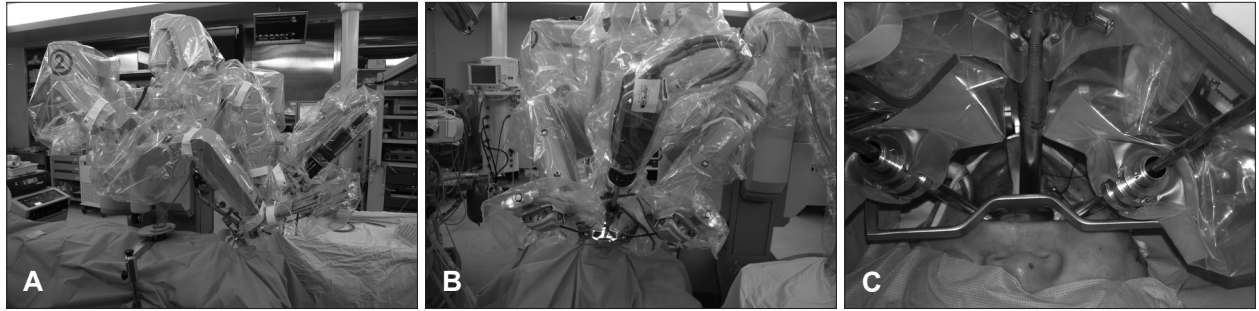
## 경구강 로봇 수술 (Transoral Robotic Surgery, TORS)

현재 가장 많이 이용되고 있는 원격 조절 로봇 시스템은 da Vinci 로봇 시스템(Intuitive surgical, Sunnyvale, CA)이다. da Vinci 로봇은 수술자 조정석과 환자 침대 옆의 1개의 내시경과 2~3개의 기구 팔이 있는 로봇 기계, 그리고 환자가 위치하는 수술 침대로 구성된다(Fig. 1). 수술자 조정석은 인체 공학적으로 설계되어 장시간의 수술에도 피로감을 줄여주고, 3개의 카메라가 사람의 눈처럼 목표상에 수렴되도록 통합되어 고화질의 3차원의 영상을 제공한다. 로봇 팔에는 8 mm 또는 5 mm의 기구들이 장착되며 Maryland forceps, needle driver, spatula cautery 혹은 harmonic scalpel 등을 적절히 장착할 수 있다.

### 경구강 로봇 수술(Transoral Robotic Surgery, TORS)의 장·단점

경구강 레이저 수술은 레이저의 직진성과 현미경의 제한된 시야 때문에 수술의 술기를 익히기가 쉽지 않고, 현미경의 렌즈가 환자로부터 멀리 위치하며 광선(line of light) 상에 항상 조직이 위치하도록 주변 조직을 견인해야 하는 문제점을 갖





**Fig. 1.** Positioning of robotic arms and instruments for transoral robotic surgery. A, B: The patient-side cart is posed in the right of patient and three arms including 0° or 30°-up 12 mm-endoscope (median), Maryland dissector, and other instrument (e.g. monopolar cautery with spatula tip, 5Fr introducer for laser application, needle driver) are inserted through the mouth opening and oral cavity. C: Close view of robotic arms positioned through the mouth opening widened by FK retractor. The FK retractor is commonly used for the mouth opening and accessibility of robotic instruments.

고 있다. 또한 CO<sub>2</sub> 레이저를 이용하기 때문에 광선에 위치한 조직 절제는 가능하나 종양의 상/하부 절제면(caudal, cranial) 절제나 측방향(axial plane)의 절제가 어렵다.

그러나 로봇 수술 시스템을 이용한 TORS는 경구접근법의 장점은 보전하면서 TLM이 갖고 있는 단점을 극복할 수 있다. TORS의 장점은 다음과 같다. ① 기존의 개방수술이나 TLM에 비해 비교적 안전하고, 침습적이지 않으면서 3차원적이고 확대된 고화질의 수술 시야를 얻을 수 있다. 획득된 영상의 높은 해상도는 정상 조직과 병변 경계를 구분하는데 우수한 시각적 정보들을 제공한다. ② TLM시 이용되던 긴 수술 도구를 사용할 때 나타나는 지렛대 효과를 제거할 수 있다. ③ 3차원적인 영상과 사용하기 편리하게 제작된 로봇팔 기구들은 사용하기가 매우 편리하여 눈과 귀의 협조적인 움직임을 가능하게 한다. ④ 수술자의 생리적인 떨림 현상을 여과할 수 있고 동시에 큰 손동작을 더욱 정교한 움직임으로 전환시킬 수 있다. ⑤ 정교한 절제를 시행할 수 있기 때문에 재진술 시의 봉합이 용이하여 수술 시간이 단축될 수 있다. ⑥ 술 후 환자들의 빠른 회복은 연하 재활 기간을 단축시키고 필요 시 추가 항암 치료 또는 방사선 치료를 빨리 받을 수 있다.<sup>16,42)</sup> 그러나 TORS는 몇 가지 단점을 가지고 있다. 가장 큰 단점으로 지적되는 것은 수술자가 수술 과정 동안 촉각에 대한 정보가 없다는 것이다. 때문에 수술 중 로봇 팔에 의한 과도한 견인으로 인해 조직에 손상이 생길 수 있다. 또한 로봇 시스템을 구축 하기 위해 넓은 공간이 필요하고 수술 과정 전후로 로봇 시스템을 장착하고 분리하는 많은 시간이 소요된다. 수술 기구의 종류도 아직 다양하지 못하며 구입과 유지에 막대한 비용이 드는 것 역시 제한 점으로 작용하고 있다.<sup>16,42)</sup> 마지막으로 TORS는 기존의 술식에 비해 안전하지만 아직은 초기 단계이기 때문에 안전성에 대한 검증도 추 후에 필히 이루어져야 한다.<sup>43)</sup>

### 구인두암에서 경구강 로봇 수술

경구강 로봇 수술이 가장 많이 이용되는 부위는 구인두암 수술이다. 구인두암 수술에서 TORS는 수술 시 육안으로 보이는 시야보다 매우 좋은 확대된 수술 시야를 얻을 수 있고, 하악 절개나 경부 절개 등을 피할 수 있어 수술에 의한 이환율이 적으며 수술 후 연하 기능 등 기능의 회복이 빠르다는 장점이 있다.

원활한 수술을 위해서는 무엇보다 좁은 구강을 통해 충분한 공간을 확보하는 것이 중요하데, 환자의 하악과 경부에 대한 해부학적 고려가 있어야 하고 로봇 팔을 서로의 움직임에 방해가 되지 않도록 잘 위치 시키는 것이 중요하다. 3차원 확대영상과 향상된 측면 시야로 수술자가 혈관을 절찰 하거나 보존할 수 있고 절개에 사용하는 기구가 270도 이상 자유롭게 이동하기 때문에 종양을 절제할 때도 용이하다. 특히 대혈관 주위에서는 박동을 확인하면서 혈관과 같은 주행방향으로 절제를 진행할 수 있어 안전하다.<sup>17-20)</sup> 특히 내경동맥 주위에는 구개편도 측면에 위치한 내경동맥의 박동을 주위 연조직의 움직임을 통해 확인하여 이를 손상 없이 안전하게 살리면서 종양을 절제할 수 있다. 기구가 내경동맥과 각을 이루면 동맥 파열의 위험성이 있다. 그러나 로봇팔은 자유로운 움직임이 가능하기 때문에 내경동맥과 같은 주행방향으로 절제를 진행하여 내경동맥을 안전하게 보존할 수 있다.<sup>18,19)</sup>

편도와 부위에 발생한 악성 종양의 치료에 로봇 시스템을 이용한 경구 측부 구인두 절제술(transoral lateral oropharyngectomy)을 시행하여 수술에 따른 이환율을 줄이면서 수술 후 빠른 회복을 보인다고 알려져 있고,<sup>16-18,20,44)</sup> 또한 설근부 종양의 치료에 있어서도 기존의 경구강 수술에 비하여 우수한 시야와 섬세하고 정교한 수술을 가능하게 하여, 수술 후 연하와 발성의 빠른 회복을 유도할 수 있어 적용범위가 점차 확대되고 있다.<sup>16,18,19)</sup>

### 후두암에서의 경구강 로봇 수술

로봇 수술 시스템의 향상된 기술적 진보와 함께 로봇 팔에 장착되는 수술 기구들의 크기도 감소하여 8 mm 크기의 기존의 도구들에 비하여 5 mm 크기의 도구를 장착하면 좁은 후두강안에서 수술을 원활히 진행할 수 있다. 또한 3차원의 고 확대된 영상은 병변과 정상 점막의 구별을 가능하게 하여 기존의 레이저 수술처럼 병변을 가르면서 절제의 범위를 정하지 않고 절제를 시행할 수 있다. 또한 하인두와 후두는 연하와 발성에 관련된 기관으로 수술에 따른 기능의 손실 가능성이 있으나 경구강 로봇 수술의 경우 연하와 발성의 빠른 회복이 가능하여 환자의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 장점을 보인다.<sup>16,45,46</sup> 경구강 로봇 수술에 의한 후두 보존 절제술은 아직 장기간의 치료결과는 없지만, 일부에서 종양학적 결과 뿐만 아니라 연하 기능에서도 항암/방사선 치료 그룹보다도 우수하다고 보고되고 있어, 후두 기능 보존 수술로서의 역할이 커지고 있다.<sup>45,47,48</sup>

### 하인두암에서의 경구강 로봇 수술

하인두암에서 경구강 로봇을 이용한 절제술은 아직 보고된 예가 많지 않다. 하지만 로봇 시스템이 제공하는 3차원 영상과 높은 확대율과 해상도는 정상 조직과 병적 조직의 경계를 구분하는데 도움을 주어 복잡한 구조를 가지는 하인두 부위의 섬세한 조작이 가능하게 하였다. 초기 하인두암 환자에 TORS를 적용한 문헌들을 살펴보면 TORS는 별다른 합병증 없이 초기에 연하 및 발관이 가능하게 하여 경구강 로봇 하인두 절제술이 초기 하인두암에서 종양학적으로 안전하고 시행 가능한 수술이라고 보고하였다.<sup>16,40,45,49</sup> 하지만, 아직 단기 간에서 소규모 환자에서만 적용되었기 때문에 실질적인 이점에 대한 연구가 더 필요하며 장기간의 종양학적 결과에 대한 추적 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

이제 암 환자의 치료는 종양의 완치뿐 만 아니라 환자의 삶의 질도 중요한 관심사로 떠오르고 있다. 특히 두경부는 호흡, 발성, 연하 등 삶의 질과 직접적으로 관련되어 있기 때문에 인후두의 기능을 보존하는 것은 매우 중요하다. 두경부암 치료에 있어서 레이저와 로봇의 도입은 두경부 외과의 최소침습수술 영역에 비약적인 발전을 이뤄왔으며 점점 그 적응증을 넓혀가고 있다. 레이저와 로봇 모두 기존의 고식적인 수술 방법 보다 종양학적 결과는 물론 기능적, 미용적으로도 우수한 결과를 보고하고 있다. 그러나 좀더 장기적인 추적 결과 및 전향적 맹목 대조연구가 필요한 실정이다. 또한 술자는 레이

저와 로봇이 가진 장단점에 대해 충분히 숙지한 후 치료에 임해야 할 것이다.

### Acknowledgments

본 원고는 2011년 3월 19일 대한기관식도과학회 춘계학술대회(서울대학교병원 임상의학연구소)에서 발표한 것을 정리한 내용임.

### REFERENCES

- 1) Mendenhall WM, Werning JW, Hinerman RW, Amdur RJ, Villaret DB. Management of T1-T2 glottic carcinomas. *Cancer* 2004;100:1786-92.
- 2) The Department of Veterans Affairs Laryngeal Cancer Study Group. Induction chemotherapy plus radiation compared with surgery plus radiation in patients with advanced laryngeal cancer. *N Engl J Med* 1991;324:1685-90.
- 3) Steiner W, Ambrosch P. Endoscopic laser surgery of the upper aerodigestive tract. Stuttgart-New York: Theime, 2000.
- 4) Vaughan CW Transoral laryngeal surgery using the CO<sub>2</sub> laser: laboratory experiments and clinical experience. *Laryngoscope* 1978; 88:1399-420.
- 5) Boscolo-Rizzo P, Stellin M, Fuson R, Marchiori C, Gava A, Da Mosto MC. Long-term quality of life after treatment for locally advanced oropharyngeal carcinoma: surgery and postoperative radiotherapy versus concurrent chemoradiation. *Oral Oncol* 2009;45: 953-7.
- 6) Rich JT, Milov S, Lewis JS, Thorstad WL, Adkins DR, Haughey BH. Transoral laser microsurgery (TLM) +/- adjuvant therapy for advanced stage oropharyngeal cancer: outcomes and prognostic factors. *Laryngoscope* 2009;119:1709-19.
- 7) Steiner W, Ambrosch P, Hess CF, Kron M. Organ preservation by transoral laser microsurgery in piriform sinus carcinoma. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2001;124:58-67.
- 8) Rudert HH, H?ft S. Transoral carbon-dioxide laser resection of hypopharyngeal carcinoma. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2003;260: 198-206.
- 9) Vilaseca I, Blanch JL, Bernal-Sprekelsen M, Moragas M. CO<sub>2</sub> laser surgery: a larynx preservation alternative for selected hypopharyngeal carcinomas. *Head Neck* 2004;26:953-9.
- 10) Kutter J, Lang F, Monnier P, Pasche P. Transoral laser surgery for pharyngeal and pharyngolaryngeal carcinomas. *Arch. Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;133:139-44.
- 11) Leong SC, Kathan C, Mortimore S. Early outcomes after transoral CO<sub>2</sub> laser resection of laryngeal and hypopharyngeal squamous cell carcinoma: one centre's experience. *J Laryngol Otol* 2010;124: 185-93.
- 12) Karatzanis AD, Psychogios G, Waldfahrer F, Zenk J, Hornung J, Velegarakis GA, et al. T1 and T2 hypopharyngeal cancer treatment with laser microsurgery. *J Surg Oncol* 2010;102:27-33.
- 13) Hockstein NG, Nolan JP, O'malley BW, Woo YJ. Robotic micro-laryngeal surgery: a technical feasibility study using the daVinci surgical robot and an airway mannequin. *Laryngoscope* 2005;115: 780-5.
- 14) Hockstein NG, Nolan JP, O'Malley BW, Woo YJ. Robot-assisted pharyngeal and laryngeal microsurgery: results of robotic cadaver dissections. *Laryngoscope* 2005;115:1003-8.
- 15) Weinstein GS, O'malley BW, Hockstein NG. Transoral robotic surgery: supraglottic laryngectomy in a canine model. *Laryngoscope* 2005;115:1315-9.
- 16) Park YM, Kim S. Feasibility of Robotic Surgical System in the Field of Head and Neck Surgery. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2009;52:641.
- 17) Moore EJ, Henstrom DK, Olsen KD, Kasperbauer JL, McGree ME. Transoral resection of tonsillar squamous cell carcinoma. La-

- ryngoscope 2009;119:508-15.
- 18) Moore EJ, Olsen KD, Kasperbauer JL. Transoral robotic surgery for oropharyngeal squamous cell carcinoma: a prospective study of feasibility and functional outcomes. *Laryngoscope* 2009;119:2156-64.
  - 19) O'Malley BW, Weinstein GS, Snyder W, Hockstein NG. Transoral robotic surgery (TORS) for base of tongue neoplasms. *Laryngoscope* 2006;116:1465-72.
  - 20) Weinstein GS, O'Malley BW, Snyder W, Sherman E, Quon H. Transoral robotic surgery: radical tonsillectomy. *Arch. Otolaryngol. Head Neck Surg* 2007;133:1220-6.
  - 21) Chung PS. Transoral CO<sub>2</sub> Laser Microsurgery for Laryngeal Carcinoma. *Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg* 2004;47:1-8.
  - 22) Motta G, Esposito E, Motta S, Tartaro G, Testa D. CO<sub>2</sub> laser surgery in the treatment of glottic cancer. *Head Neck* 2005;27:566-73.
  - 23) Steiner W. Results of curative laser microsurgery of laryngeal carcinomas. *Am J Otolaryngol* 1993;14:116-21.
  - 24) Iro H, Waldfahrer F, Altendorf-Hofmann A, Weidenbecher M, Sauer R, Steiner W. Transoral laser surgery of supraglottic cancer: follow-up of 141 patients. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;124:1245-50.
  - 25) Preuss SF, Cramer K, Drebber U, Klusmann JP, Eckel HE, Guntinas-Lichius O. Second-look microlaryngoscopy to detect residual carcinoma in patients after laser surgery for T1 and T2 laryngeal cancer. *Acta Otolaryngol* 2009;129:881-5.
  - 26) Crespo AN, Chone CT, Gripp FM, Spina AL, Altemani A. Role of margin status in recurrence after CO<sub>2</sub> laser endoscopic resection of early glottic cancer. *Acta Otolaryngol* 2006;126:306-10.
  - 27) Brøndbo K, Fridrich K, Boysen M. Laser surgery of T1a glottic carcinomas; significance of resection margins. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2007;264:627-30.
  - 28) Grant D, Repanos C, Malpas G, Salassa J, Hinni M. Transoral laser microsurgery for early laryngeal cancer. *Expert Rev Anticancer Ther* 2010;10:331-338.
  - 29) Dey P, Arnold D, Wight R, Kelly CG, McKenzie K. Radiotherapy versus open surgery versus endolaryngeal surgery (with or without laser) for early laryngeal squamous cell cancer. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2002. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/abstract.html>.
  - 30) Ambrosch P. The role of laser microsurgery in the treatment of laryngeal cancer. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;15:82-8.
  - 31) Silver CE, Beitler JJ, Shaha AR, Rinaldo A, Ferlito A. Current trends in initial management of laryngeal cancer: the declining use of open surgery. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266:1333-52.
  - 32) Roh J, Kim D, Park CI. The utility of second-look operation after laser microresection of glottic carcinoma involving the anterior commissure. *Laryngoscope* 2008;118:1400-4.
  - 33) Kirchner JA, Carter D. Intralaryngeal barriers to the spread of cancer. *Acta Otolaryngol* 1987;103:503-13.
  - 34) Bagatella F, Bignardi L. Morphological study of the laryngeal anterior commissure with regard to the spread of cancer. *Acta Otolaryngol* 1981;92:167-71.
  - 35) Rucci L, Gammarota L, Borghi Cirri MB. Carcinoma of the anterior commissure of the larynx: I. Embryological and anatomic considerations. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol* 1996;105:303-8.
  - 36) Steiner W, Ambrosch P, Rödel RMW, Kron M. Impact of anterior commissure involvement on local control of early glottic carcinoma treated by laser microresection. *Laryngoscope* 2004;114:1485-91.
  - 37) Vilaseca I, Bernal-Sprekelsen M, Luis Blanch J. Transoral laser microsurgery for T3 laryngeal tumors: Prognostic factors. *Head Neck*. 2010;32:929-38.
  - 38) Peretti G, Piazza C, Ansarin M, De Benedetto L, Cocco D, Cattaneo A, et al. Transoral CO<sub>2</sub> laser microsurgery for Tis-T3 supraglottic squamous cell carcinomas. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2010;267:1735-42.
  - 39) Hinni ML, Salassa JR, Grant DG, Pearson BW, Hayden RE, Martin A, et al. Transoral laser microsurgery for advanced laryngeal cancer. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;133:1198-204.
  - 40) Takes RP, Strojan P, Silver CE, Bradley PJ, Haigentz M, Wolf GT et al. Current trends in initial management of hypopharyngeal cancer: The declining use of open surgery. *Head Neck* In press.
  - 41) Martin A, Jäckel MC, Christiansen H, Mahmoodzadeh M, Kron M, Steiner W. Organ preserving transoral laser microsurgery for cancer of the hypopharynx. *Laryngoscope*. 2008;118:398-402.
  - 42) Garg A, Dwivedi RC, Sayed S, Katna R, Komorowski A, Pathak KA, et al. Robotic surgery in head and neck cancer: a review. *Oral Oncol* 2010;46:571-6.
  - 43) Hockstein NG, O'Malley BW, Weinstein GS. Assessment of intraoperative safety in transoral robotic surgery. *Laryngoscope* 2006;116:165-8.
  - 44) Park YM, Lee JG, Lee WS, Choi EC, Chung SM, Kim SH. Feasibility of transoral lateral oropharyngectomy using a robotic surgical system for tonsillar cancer. *Oral Oncol* 2009;45:62-6.
  - 45) Park YM, Lee WJ, Lee JG, Lee WS, Choi EC, Chung SM, et al. Transoral robotic surgery (TORS) in laryngeal and hypopharyngeal cancer. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2009;19:361-8.
  - 46) Weinstein GS, O'Malley BW, Snyder W, Hockstein NG. Transoral robotic surgery: supraglottic partial laryngectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2007;116:19-23.
  - 47) Genden EM, Desai S, Sung C. Transoral robotic surgery for the management of head and neck cancer: a preliminary experience. *Head Neck* 2009;31:283-9.
  - 48) Weinstein GS, O'Malley BW, Desai SC, Quon H. Transoral robotic surgery: does the end justify the means? *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2009;17:126-31.
  - 49) Park YM, Kim WS, Byeon HK, De Virgilio A, Jung JS, Kim SH, et al. Feasibility of transoral robotic hypopharyngectomy for early-stage hypopharyngeal carcinoma. *Oral Oncol* 2010;46:597-602.