

Transoral Robotic Surgery: Up to Date

Se-Heon Kim

Department of Otorhinolaryngology, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

경구강 로봇 수술의 최신 경향

김 세 현

연세대학교 의과대학 이비인후과학교실

Received June 5, 2012

Accepted June 14, 2012

Address for correspondence

Se-Heon Kim, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology,

Yonsei University

College of Medicine,

50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu,

Seoul 120-752, Korea

Tel +82-2-2228-3622

Fax +82-2-393-0580

E-mail shkimmd@yuhs.ac

Feasibility and efficacy of transoral robotic surgery (TORS) were verified in the field of head and neck surgery. It has the advantages of 3D visualization, tremor filtration, and free movement of instrument arm. Within narrow working space, various procedures that is impossible with instruments used in conventional endoscopic surgery could be practiced to remove the lesions and preserve surrounding healthy structure maximally for maintenance of function. For example, inner perichondrium of thyroid cartilage was peeled off and suture technique was used to control bleeding and decrease raw mucosal surface. However, it has also disadvantages of limited instrument type, high cost of robotic system, and lack of exclusive retractor to obtain working space. And oncologic and functional results of TORS were quite acceptable for treatment of oropharyngeal, hypopharyngeal, and supraglottic cancer. Therefore, TORS is a valid treatment option as a surgical organ-preserving strategy for patients with oropharyngeal, hypopharyngeal, and supraglottic cancer.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2012;55:616-22

Key Word Transoral robotic surgery.

로봇 시스템의 개요

다빈치 로봇 시스템은 세 가지 요소로 구성된다. 첫째, surgeon's console은 수술자가 위치하여 manipulator cart에 장착된 로봇 팔을 원거리에서 조절할 수 있다. 인체공학적으로 설계된 surgeon's console의 구조는 장시간의 수술 시간에도 수술자가 피로를 덜 느낄 수 있도록 도와준다. 둘째, manipulator cart에는 1개의 내시경 팔과 3개의 기구 팔이 장착되어 있다. 내시경 팔에는 0도, 혹은 30도 내시경을 장착할 수 있고 2개의 카메라가 통합되어 있어서 3차원의 시야를 수술자에게 제공한다. 로봇 기구 팔에는 성인용의 8 mm 혹은 소아용의 5 mm 크기의 기구들을 장착할 수 있다. 로봇 기구 팔의 "Endo-Wrist" 특성을 이용하여 좁은 공간 안에서 다양한 각도로 조직의 절제가 가능하고 상처 봉합 같은 정교한 수술 술기가 가능하다.

경구강 로봇 수술을 진행할 때 환자는 수술 침대 위에 양와

위로 위치시킨 후 전신 마취를 시행한다. 악성 종양으로 수술을 하는 경우 광범위한 절제 후 발생할 수 있는 부종이나 출혈로 인한 기도 폐색의 위험성에 대비하기 위하여 대개 기관 절제술을 시행하였다. 양성 질환으로 수술을 하는 경우에는 기관삽관술을 시행하였다. 후두와 하인두에 접근하는 경우 Boyce 자세를 취한 후 FK-WO retractor(Gyrus Company, Maple Grove, MN, USA)를 사용하여 수술 부위를 노출시켰다. 구강, 구인두, 부인두 공간에 접근하는 경우는 Rose 자세를 취한 후 Crowe Davis 등의 견인기를 사용하여 수술 부위를 노출시켰다. 수술 침대를 거꾸로 돌려 수술 침대의 발쪽이 마취 팀으로부터 180도 떨어진 곳에 위치시키고 환자의 머리를 놓았다. 이 때에 manipulator cart가 수술 침대와 30도의 각도를 이루게 하면서 환자의 오른쪽 측면에 위치시켰다. 이후 구강을 통해 내시경 팔을 중앙에 위치시키고 2개의 로봇 기구 팔을 내시경 팔의 양쪽에 각각 30도의 각도를 이루게 집어넣었다. 내시경 팔에는 0도 혹은 30도 내시경을 상황에 맞게 장

착하여 적절한 시야를 확보하였고 내시경 팔에는 5 mm 크기의 monopolar cautery, Maryland forceps, 혹은 needle driver 등을 장착하여 수술을 진행하였다(Fig. 1).

경구강 로봇 수술의 장점

상부 소화기도에 발생한 종양의 절제를 위해서는 경부 접근법이 흔히 이용되며 때때로 하악절개나 입술절개가 필요하기도 하다. 이러한 침습적인 술기는 동반된 이환율이 높고 수술 후 연하와 발성 등의 기능에 문제를 유발할 수 있다.¹⁻³⁾ 반면 외부에 절개를 가하지 않고 경구강 접근법을 통해 병변을 절제하면 동반된 이환율을 줄이고 기능을 보존할 수 있다. 이러한 장점 때문에 로봇 시스템을 이용한 경구강 수술에 대한 연구가 시작되었다. 초기의 연구는 혀뿌리암과 상후두암을 대상으로 로봇 시스템을 이용한 경구강 수술의 유용성을 주로 보고하였다.⁴⁾ 이후 구강, 구인두, 후두, 하인두 등에 대한 경구강 로봇 수술의 유용성과 안정성에 대한 많은 연구가 진행되었다. 저자는 구강, 구인두, 하인두, 후두, 그리고 부인두를 포함하는 다양한 두경부 부위에 발생한 질환의 수술적 치료를 위하여 경구강 로봇 수술을 성공적으로 시행하였고 이 술식의 유용성을 확인하였다.⁵⁻⁷⁾

경구강 로봇 수술의 경우 좁은 공간 안에서도 내시경 팔이 제공하는 3차원의 확대된 시야를 통해 병변의 3차원적인 평가가 가능하다. 특히, 편도암의 수술적 치료를 위해 측부 구인두 절제술을 시행할 때 로봇 팔의 원위부에 위치한 관절을 구부러지게 조정하여 절제의 방향을 병소의 외측에서 내측으로 진행할 수 있고, 이를 통해 편도와 후외측에 위치한 경동맥의 손상을 예방할 수 있다. 고식적인 경구강 수술은 구강 밖에서 긴 수술기구를 넣어 수술을 진행하기 때문에 내측에서 외측으로 절제가 진행되므로 보조 의사가 지속적으로 조직을 견인해 주어야 하며 깊이에 대한 주의를 소홀히 할 경우 경부 대혈관의 손상으로 인해 대량출혈의 위험성이 있다. 또한 혀뿌리 부위의 병소는 기존의 경구강 수술로는 시야가 확보되지 않아 제거하기 어려운 부위였으나 0도 및 30도 내시경을 이용하여

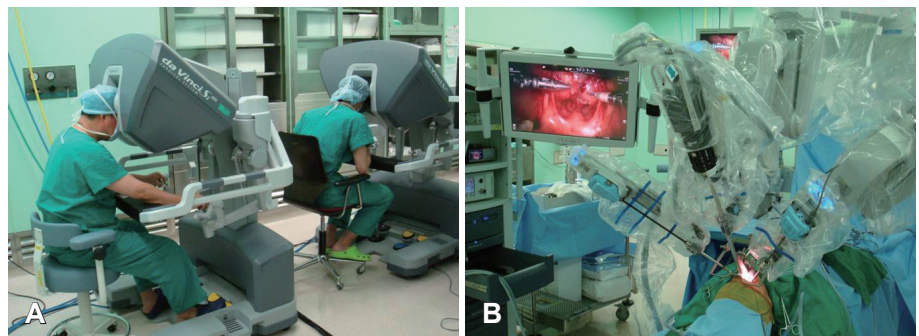
충분한 시야를 확보할 수 있어서 안전한 절제연을 확보하는데 도움이 되었다. 지혈을 위하여 hemoclip을 이용하였으며 내시경을 통해 전달되는 확대된 영상을 통해서 육안으로는 관찰하기 힘든 작은 혈관들을 결찰하여 수술 중 발생하는 출혈을 최소화할 수 있었다. 또한 2개의 로봇 기구 팔에 각각 Maryland dissector나 monopolar cautery를 장착하여 양손을 사용하듯이 수술을 진행할 수 있었다.

구인두암과 경구강 로봇 수술

두경부암 분야에서 최근의 치료 경향은 환자의 삶의 질을 향상시키고 치료와 관련된 이환율을 줄이기 위해 보존적인 치료를 하는 것이다. 특히 편도와 부위에 발생한 악성 종양은 구강으로 접근하기가 쉽지 않아 하악 절개 혹은 인두 절제가 필요하며 이러한 술식은 장기간의 수술 시간이 필요하고 동반된 이환율이 크다.^{8,9)} 이러한 단점을 극복하기 위하여 고식적인 경구강 수술이 시도되었으나 종양학적 안전성을 위해 절제연을 결정할 수 있는 해부학적 근거를 제공한 연구가 없었다.¹⁰⁻¹²⁾ 이후에 Holsinger 등¹³⁾은 편도암의 경구강 수술을 위한 해부학적 근거를 제안하고 이를 경구강 측부 구인두절제술이라고 명명하였으며 종양학적 안정성 및 기능적 결과를 보고하였다. 그러나 경구강 측부 구인두절제술은 긴 수술기구를 이용하여 구강을 통해 진행되고 수술시야가 구강 밖에서 시작되기 때문에 종양의 3차원적인 처치가 힘든 단점이 있으며 편도와 후외측에 위치한 경동맥의 손상에 대한 위험성을 내포하고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 다빈치 로봇 시스템을 이용한 경구강 측부 구인두 절제술의 유용성에 대한 연구가 진행되었다(Fig. 2).⁶⁾

최근에 Moore 등¹⁴⁾은 편도암과 혀뿌리암으로 진단 받은 66명의 환자에게 경구강 로봇 수술을 시행하였고, 수술 후 3주 이내에 구강 섭취가 가능하였으며 장기간의 위 조루술과 기관 절개술이 필요하였던 경우가 각각 4.5%와 1.5%였다고 보고하였다. 3년 국소 제어율은 97%였고 2년 질병 특이 생존율은 95%로 기존의 치료 방법과 비교하여 대등한 종양학적 결과를 보

Fig. 1. daVinci robotic system. The surgeon was positioned in the surgeon's console and controlled robotic arms equipped into manipulator cart (A). Three robotic arms were inserted through oral cavity using FK retractor (B).



고하였다. 저자는 42명의 구인두암 환자들에게 경구강 로봇 수술을 시행하고 96%의 3년 전체 생존율과 92%의 무병생존율을 보였다(Fig. 3). 종양의 국소 제어율을 결정짓는 중요한 요소인 절제연의 상태를 분석한 결과에서 2명의 환자가 양성 소견을 보였다. 이들 두 환자는 진단 당시 이미 병기가 T4N2bM0, 그리고 T4N3M0로 진행된 상태였다. 추적 관찰 기간이 충분히 길지 않기 때문에 기존의 연구 결과들과 단순 비교하기에는 어려움이 있지만 구인두암 치료에 있어서 경구강 로봇 수술의 중앙학적 안정성을 확인할 수 있었다.

기존의 근치적 수술은 병변 부위를 광범위 절제하고 유리 조직을 이용해 재건을 시행한다. 그러나 이러한 해부학적 재건술이 기능적인 재건을 의미하지는 않는다. 또한 수술 과정 중 연하 과정에 중요한 구강저를 이루는 근육, 상인두 수축근, 그리고 인두 신경총에 손상을 주기 때문에 수술 후 연하 기능의 저하를 초래한다. 저자는 경구강 로봇 수술을 이용해 주변의 정상 조직을 가능한 보존하면서 병변을 제거하였고, 재건술 없이 수술 부위를 이차 상처 치유시켰다. 가장 빠른 경우 수술 후 1일부터 구강 섭취가 가능하였고 평균 6.4일이면 육아조직으로 수술 부위가 모두 덮이고 섬유화가 진행되어 수술 후 우수한 연하 기능을 보였다. 연구개와 혀뿌리 부위 절제 후에 발생할 수 있는 velopharyngeal reflux와 tongue base retraction의 장애로 인한 흡인 발생여부를 videopharyngogram study

를 통해 분석하였다(Fig. 4). 광범위한 연구개 절제를 시행한 1명의 환자에서만 velopharyngeal reflux가 관찰되었고 액체 연하 과정 중에 흡인이 관찰되는 경우는 없었다. 또한 functional outcome swallowing scale를 이용한 주관적 연하 기능 평가에서 1명의 환자만이 3점을 기록하였으나 자세 교정을 통해 구강 섭취가 가능하였고, 나머지 환자들은 양호한 연하 기능을 보였다.¹⁵⁾ 연구개 절제 후에 발생할 수 있는 과비음을 평가하기 위해서 시행한 nasometer study에서도 모든 환자가 정상적인 구강음 범위를 보였다. 이러한 결과를 바탕으로 경구강 로봇 수술이 구인두암의 치료에 있어서 기능 보존 치료 방법으로 유효함을 알 수 있었다.

하인두암과 경구강 로봇 수술

저자는 세계에서 최초로 하인두암 환자에게 경구강 로봇 수술을 통한 부분 하인두 절제술을 시행하고 이 술식의 유용성과 안정성을 보고하였다(Fig. 5).⁷⁾ 사람의 팔과 유사한 움직임 을 제공하는 로봇 기구 팔의 관절은 복잡한 해부학적 구조를 가지고 있는 하인두암의 기하학적인 절제를 가능케 하였다. 이를 바탕으로 레이저 수술과는 달리 일회로 병변을 제거할 수 있었다. 또한 조직을 절제 혹은 조작하면서 수술을 진행하는 레이저 수술과 달리 로봇 기구 팔에 Maryland forceps 등을

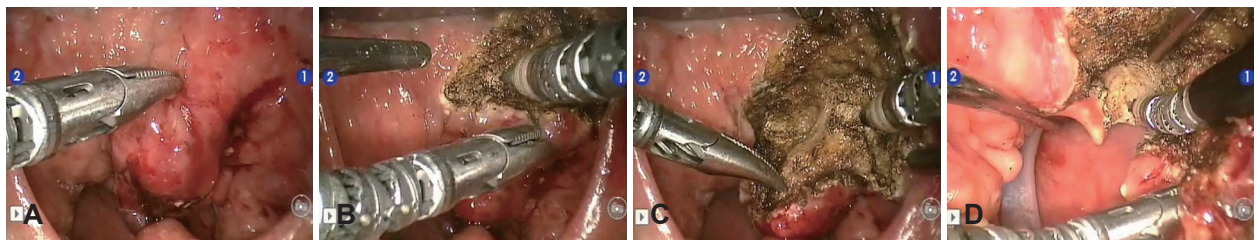
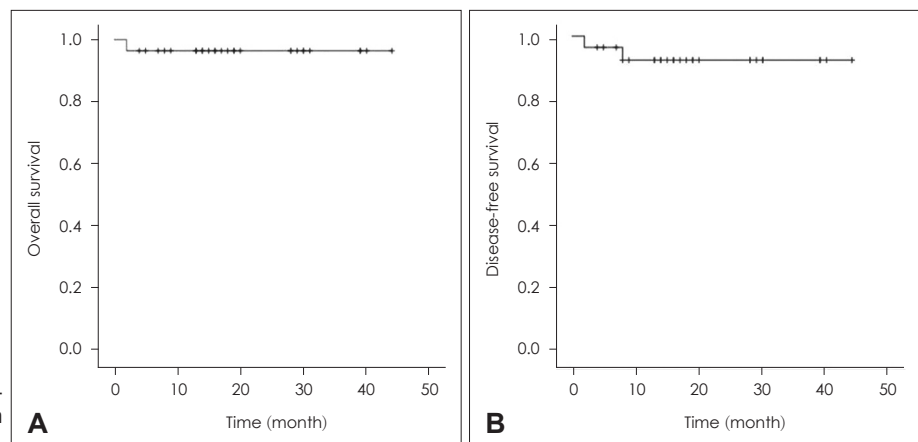


Fig. 2. Base of tongue resection. Protruding tumor was observed in the base of tongue (A). Upper dissection was proceeded along upper safe margin of tumor (B). Deep dissection was carefully performed not to inflict the lingual artery (C). Inferior dissection was performed to vallecular mucosa to obtain safe inferior margin (D).

Fig. 3. Three year overall (A) and disease-free survival (B) of patients with oropharyngeal cancer.



장착하여 조직을 견인하는 등 기존의 일반적인 수술과 유사한 술기가 가능하다. 더불어 2개의 로봇 기구 팔을 조정하여 양손으로 수술을 진행할 수 있다. 이러한 장점을 이용해 갑상선 연골의 내연골막을 껍질을 벗기듯이 제거하여 전측부의 안전한 절제연을 확보할 수 있었다. 또한 기존의 경구강 수술의 경우 현미경의 “line of sight”가 갖는 시야의 한계로 인해 하부 절제연을 확인하기는 힘들다, 다양한 각도의 내시경을 이용하여 적절한 시야를 확보할 수 있었다. 하인두의 후외측에 위치한 경동맥의 박동을 확인하고 양측으로 자유롭게 구부러지는 로봇 기구 팔의 능력을 이용하여 수술 부위의 외측에 경동맥을 위치시키면서 수술을 진행해 경동맥 손상의 가능성을 최소화할 수 있었다.

저자는 20명의 하인두암 환자들에게 경구강 로봇 수술을 시

행하고 89%의 3년 전체 생존율 및 84%의 무병 생존율을 보였다(Fig. 6).¹⁶⁾ 1명의 환자가 수술 후 병리 조직 검사상 절제연에서 양성 소견을 보였으나 이 환자는 수술 전 병기가 T4aN0M0로 진행된 상태였고 육안으로 관찰되는 병소는 다 제거하였으나 조직학적으로 암세포가 관찰되어 추가 방사선 치료를 시행하였다. 짧은 추적 관찰기간 때문에 기존의 연구 결과들과 단순 비교하기에는 어려움이 있지만 하인두암의 최소 침습 수술 치료 방법으로써 유효성을 확인할 수 있었다. 이들 환자들은 평균 5.9일째에 기관 발관을 시행하였고 평균 8.3일째에 구강 섭취가 가능하였다. 퇴원 전 모든 환자가 L-tube를 제거하였고 마지막 외래 진찰시에 대부분의 환자가 양호한 연하 기능을 보였다. 모든 환자가 사회적으로 의사 소통이 가능할 정도의 목소리를 보였으며 acoustic waveform analysis에서 jit-

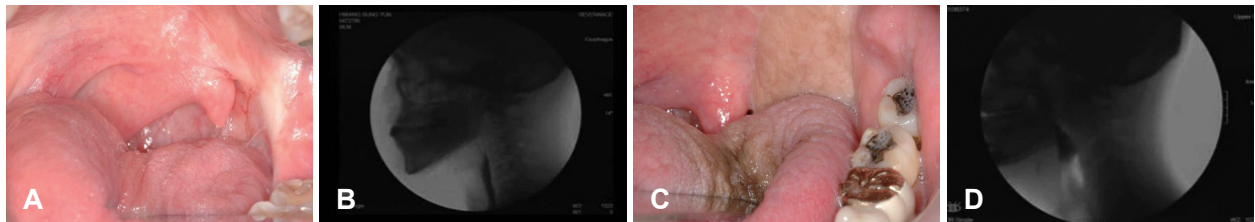


Fig. 4. Postoperative healing status of patients who underwent transoral robotic lateral oropharyngectomy (A). No aspiration was observed in postoperative VEF study (B). Postoperative healing status of tonsillar cancer patient who received mandibulotomy and free flap reconstruction (C). Pharyngeal peristalsis was delayed despite several swallowing trials (D). VEF: videopharyngogram study.

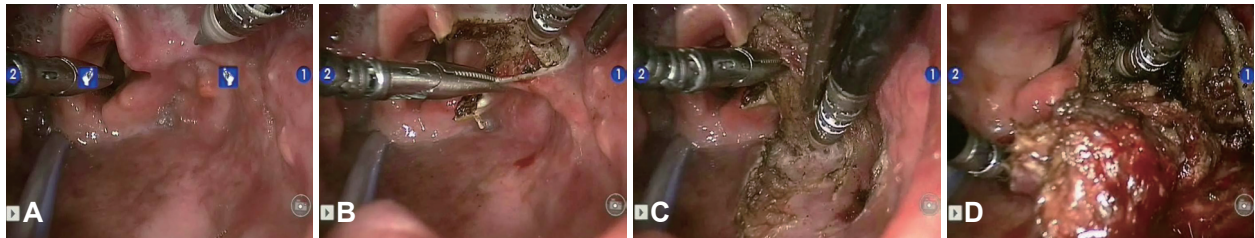


Fig. 5. Partial hypopharyngectomy. Small protruding lesion was observed in lateral wall of the pyriform sinus (A). Upper dissection was done along the pharyngoepiglottic fold (B). Lateral dissection was performed along the inner surface of the thyroid cartilage (C). Lastly, the apex of the pyriform sinus was resected as en-bloc (D).

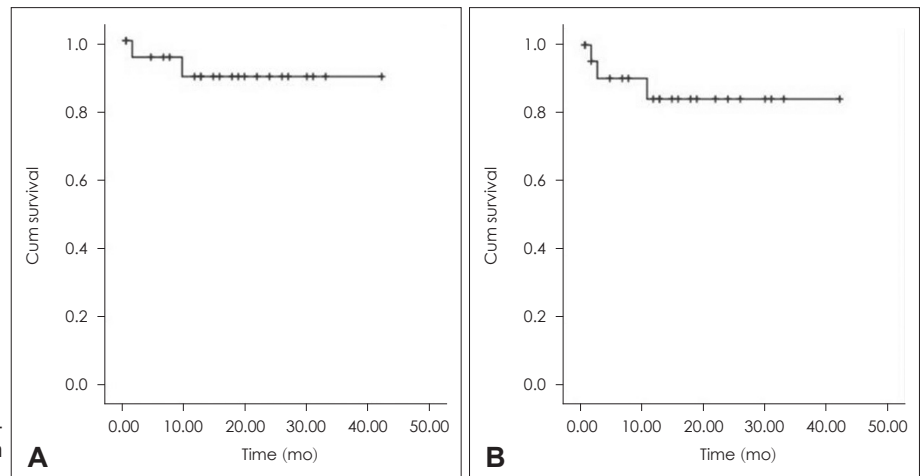


Fig. 6. Three year overall (A) and disease-free survival (B) of patients with hypo-pharyngeal cancer.

ter와 fundamental frequency variation이 증가되었지만 shimmer와 harmonic-to-noise ratio는 정상 범위에 근접하게 유지되었다(Fig. 7). 이를 바탕으로 경구강 로봇 수술이 하인두암 환자에 있어서 기능 보존 치료법으로 유효함을 확인하였다.

상후두암과 경구강 로봇 수술

상후두암은 경구강 로봇 수술의 좋은 적응증 중의 하나이며 이 술식의 유용성에 대해 보고된 바가 있다.¹⁷⁾ 저자는 상후두암으로 진단된 12명의 환자에게 경구강 로봇 상후두 부분 절제술을 시행하였다. 술식은 다음과 같이 진행되었다(Fig. 8). 병

변측의 pharyngoepiglottic fold로부터 절제를 시작하였다. 상후두동맥이 이 구조물 속을 통과하여 후두로 들어가기 때문에 출혈을 발생시키지 않도록 조심하여야 한다. 단극소작기로 자르기 전에 hemoclip을 2~3개 근위부에 적용하여 수술 중이나 후에 발생할 출혈에 대비하였다. 이어서 반대측의 pharyngoepiglottic fold로부터 시작하여 갑상연골의 안쪽 면을 따라 후두개의 점막 절제를 진행하였다. 이후 cephalo-caudal 방향으로 절제를 진행하여 후두덮개의 petiole을 절제하고 후두실까지 절제하였다. 다음, 병변측 갑상연골의 안쪽 면을 따라 caudal 방향으로 절제하여 부성문공간이 원발 부위와 함께 일체로 절제될 수 있도록 하였다. 마지막으로 antero-poste-

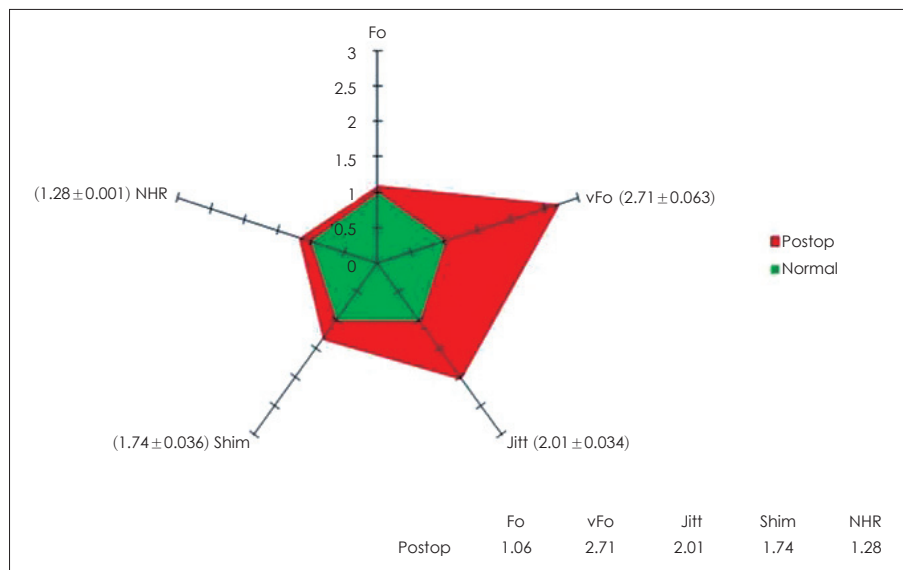


Fig. 7. The results of acoustic wave form analysis in patient who received transoral robotic partial hypopharyngectomy. Fo: average fundamental frequency, vFo: fundamental frequency variation, Jitt: jitter, Shim: shimmer, NHR: noise to harmonic ratio.

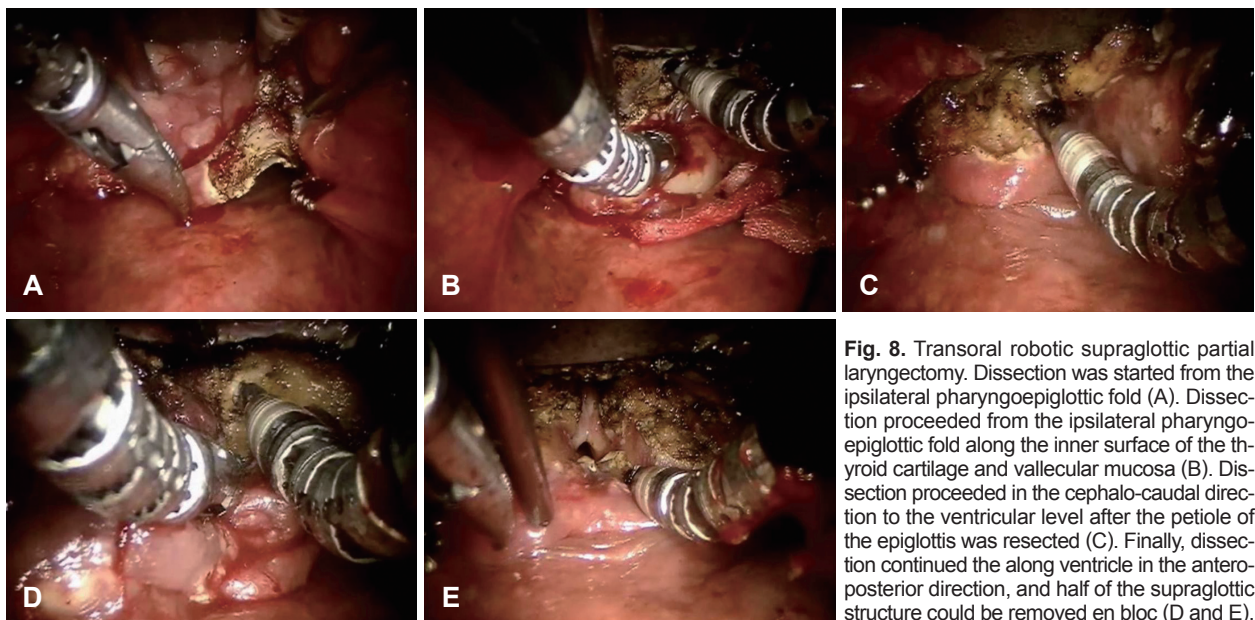


Fig. 8. Transoral robotic supraglottic partial laryngectomy. Dissection was started from the ipsilateral pharyngoepiglottic fold (A). Dissection proceeded from the ipsilateral pharyngoepiglottic fold along the inner surface of the thyroid cartilage and vallecular mucosa (B). Dissection proceeded in the cephalo-caudal direction to the ventricular level after the petiole of the epiglottis was resected (C). Finally, dissection continued the along ventricle in the antero-posterior direction, and half of the supraglottic structure could be removed en bloc (D and E).

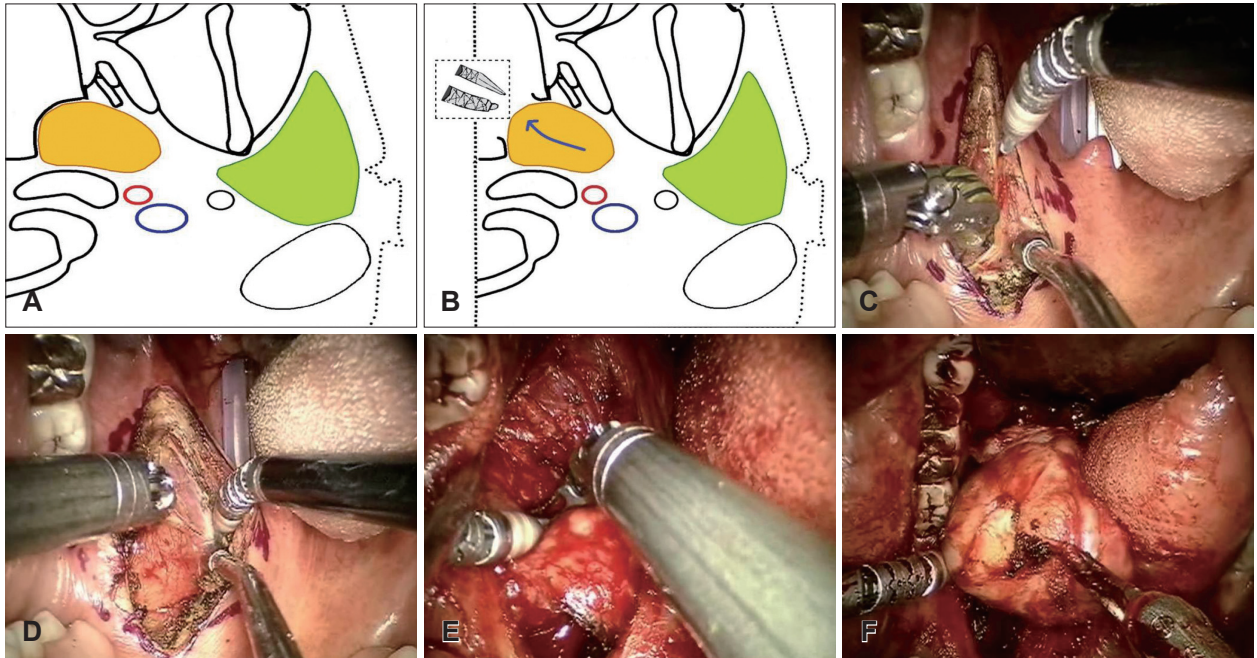


Fig. 9. Schematic drawing of transoral robotic parapharyngeal tumor resection (A and B). Incision was made on the mucosa of tumor (C). Extracapsular dissection of the benign mass (D). Robotic magnified view allowed for optimal vascular isolation (E). Parapharyngeal tumor was removed by TORS without tumor spillage (F). TORS: transoral robotic surgery.

rior 방향으로 후두실을 따라 절제하여 상후두의 절반을 일 괴로 제거하였다. 모든 환자에서 병변을 일괴로 성공적으로 제거하였으며 84%의 음성 절제연을 확인하였다. 평균 14.4개월의 추적 관찰 기간 동안 1명의 환자에서 국소 재발이 발생하여 방사선 치료를 추가 시행하였고 나머지 환자들은 병변의 재발 소견 없이 생존해 있다. 수술 후 평균 8일째 구강 섭취가 원활하였고 평균 11일째에 기관 발관이 가능하였다. 적은 환자수와 함께 짧은 추적 관찰 기간이라는 한계가 있지만 상후두암 치료에 있어서 경구강 로봇 상후두 부분 절제술의 가능성을 확인할 수 있었다.

부인두공간 종양의 경구강 로봇 수술

저자는 부인두공간 종양으로 진단 받은 10명의 환자에게 로봇 시스템을 이용하여 경구강 절제술을 시행하였다. 경구강 로봇 수술은 다음과 같이 진행되었다. 측진을 통해 종양의 경계를 확인한 후 점막 위에 수직으로 절개를 가하였다. 부인두공간에 위치한 대혈관들과 뇌신경들의 손상 위험성을 줄이기 위하여 종양의 주위를 따라서 조심스럽게 절제를 진행하였다. 3차원의 확대된 시야는 육안으로는 구분되기 힘든 경동맥의 박동과 pterygomandibular raphe, medial pterygoid muscle 등의 확인을 용이하게 하여 수술 과정 중 해부학적 방향성을 잃지않는 데 도움이 되었다. 이를 바탕으로 부인두공간 내에 위치한 중요한 혈관과 신경들의 손상을 피할 수 있었다. 또한 Ma-

ryland dissector를 이용해 종양 주위의 조직을 벌린 후 들어 올려 절제면 아래쪽에 위치한 중요한 구조물들의 손상을 피하면서 단극소작기를 이용해 절제하였다. 종양을 적출한 후 점막을 로봇 팔을 이용하여 Vicryl 3.0로 봉합한 후 수술을 종료하였다(Fig. 9). 저자는 부인두공간 종양 환자를 대상으로 얼굴이나 경부에 상처를 남기지 않고 종양을 적출하였다. 흔히 사용되는 하악 절개가 경부 접근법의 경우 외형의 변화를 초래하고 수술 후 동반된 이환율이 높지만 본 연구에서 모든 환자가 합병증 없이 빠른 회복을 보였으며 미용적 결과에도 높은 만족도를 나타내었다.

REFERENCES

- 1) Nam W, Kim HJ, Choi EC, Kim MK, Lee EW, Cha IH. Contributing factors to mandibulotomy complications: a retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006;101(3):e65-70.
- 2) Wang CC, Cheng MH, Hao SP, Wu CC, Huang SS. Osteoradionecrosis with combined mandibulotomy and marginal mandibulectomy. *Laryngoscope* 2005;115(11):1963-7.
- 3) Reiter D. Complications of mandibulotomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;131(3):339; author reply 339.
- 4) Weinstein GS, O'Malley BW Jr, Snyder W, Hockstein NG. Transoral robotic surgery: supraglottic partial laryngectomy. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2007;116(1):19-23.
- 5) 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(3):361-8.
- 6) 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(8):e62-6.

- 7) Park YM, Kim WS, Byeon HK, De Virgilio A, Jung JS, Kim SH. Feasibility of transoral robotic hypopharyngectomy for early-stage hypopharyngeal carcinoma. *Oral Oncol* 2010;46(8):597-602.
- 8) Spiro RH, Gerold FP, Strong EW. Mandibular "swing" approach for oral and oropharyngeal tumors. *Head Neck Surg* 1981;3(5):371-8.
- 9) Barrs DM, DeSanto LW, O'Fallon WM. Squamous cell carcinoma of the tonsil and tongue-base region. *Arch Otolaryngol* 1979;105(8):479-85.
- 10) Galati LT, Myers EN, Johnson JT. Primary surgery as treatment for early squamous cell carcinoma of the tonsil. *Head Neck* 2000;22(3):294-6.
- 11) Watkinson JC, Owen C, Thompson S, Das Gupta AR, Glaholm J. Conservation surgery in the management of T1 and T2 oropharyngeal squamous cell carcinoma: the Birmingham UK experience. *Clin Otolaryngol Allied Sci* 2002;27(6):541-8.
- 12) Ambrosch P, Kron M, Freudenberg LS. Clinical staging of oropharyngeal carcinoma: a critical evaluation of a new stage grouping proposal. *Cancer* 1998;82(9):1613-20.
- 13) Holsinger FC, McWhorter AJ, Ménard M, Garcia D, Laccourreye O. Transoral lateral oropharyngectomy for squamous cell carcinoma of the tonsillar region: I. Technique, complications, and functional results. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;131(7):583-91.
- 14) Moore EJ, Olsen SM, Laborde RR, García JJ, Walsh FJ, Price DL, et al. Long-term functional and oncologic results of transoral robotic surgery for oropharyngeal squamous cell carcinoma. *Mayo Clin Proc* 2012;87(3):219-25.
- 15) Salassa JR. A functional outcome swallowing scale for staging oropharyngeal dysphagia. *Dig Dis* 1999;17(4):230-4.
- 16) Park YM, Kim WS, De Virgilio A, Lee SY, Seol JH, Kim SH. Transoral robotic surgery for hypopharyngeal squamous cell carcinoma: 3-year oncologic and functional analysis. *Oral Oncol* 2012;48(6):560-6.
- 17) Alon EE, Kasperbauer JL, Olsen KD, Moore EJ. Feasibility of transoral robotic-assisted supraglottic laryngectomy. *Head Neck* 2012;34(2):225-9.