

경구강 로봇 수술

대진의료재단 분당제생병원,¹ 연세대학교 의과대학 이비인후과학교실²

박영민¹ · 김세현²

= Abstract =

Transoral Robotic Surgery

Young Min Park, MD, PhD¹, Se-Heon Kim, MD, PhD²

Department of Otorhinolaryngology,¹ Bundang Jesaeng Hospital, Daejin Medical Center, Seongnam, Korea

Department of Otorhinolaryngology,² Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

The role of transoral robotic surgery in the treatment of upper aerodigestive tract tumor has expanded in recent. Since the approval of the da Vinci system, the number of transoral robotic surgery has increased significantly. The main indications of transoral robotic surgery are tumors of oropharynx, hypopharynx, and larynx. Transoral robotic surgery is a minimally invasive surgical approach that offers surgical access to the laryngopharynx without the morbidity of open surgeries while achieving excellent oncologic and functional outcomes. The appropriate application of transoral robotic surgery is still being investigated and previous studies supports transoral robotic surgery as a viable option in the management of upper aerodigestive tract tumor.

KEY WORDS : Transoral robotic surgery · Minimally invasive surgery.

서 론

음주와 흡연은 두경부 암의 대표적인 위험인자이며, 흡연 인구의 감소에 따라 이와 연관된 두경부 암의 발생 빈도는 감소하고 있다.¹⁻³⁾ 하지만 흡연과는 상관없이 인간 유두종 바이러스 감염과 관련된 두경부 암의 발생은 증가하고 있는 실정이다.¹⁻³⁾ 특히, 인간 유두종 바이러스와 관련된 구인두암의 경우, 그렇지 않은 구인두 암과 비교하여 더 나은 예후를 보인다.⁴⁾ 최근에는 구인두암을 제외한 후두와 다른 인두 부위에 발생하는 악성 종양에서도 인간 유두종 바이러스와의 연관성이 보고 되고 있어, 두경부 암의 역학적인 측면에서 큰 변화가 도래하였다.⁵⁾

최근에는 구강을 제외한 두경부에 발생한 악성 종양의 치료를 위해 방사선 치료와 항암 치료가 널리 이용되고

있으며, 이는 기존의 전통적인 수술 시행 후 초래될 수 있는 합병증과 높은 이환율 때문이다. 하지만 위에 언급한 바와 같이 두경부 암의 역학적 측면에서 큰 변화가 생기고 방사선 치료와 연관되어 뒤늦게 초래되는 독성에 대해 관심이 높아지면서 다시 수술적 치료에 대한 관심이 높아지고 있다.^{1,2,6)}

이에 맞물려 활발히 연구되고 있는 분야가 경구강 로봇 수술(transoral robotic surgery)이다. 2005년 Weinstein 등이 경구강 로봇 수술에 대하여 처음으로 보고한 이후, 2009년 미국 식약청(the US Food and Drug Administration)에서 T1, T2 악성 종양 및 양성 종양에서 선택적으로 경구강 로봇 수술의 적용을 승인하였다. 이후 여러 기관에서 경구강 로봇 수술의 안정성과 유효성을 보고하였고 기존의 수술과 대등한 종양학적 결과를 보고하였다.⁷⁻¹⁰⁾ 경구강 로봇수술은 추가적인 경부 절개 없이 구강을 통하여 진행되기 때문에 수술에 따른 이환율을 최소화 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이는 기존의 전통적인 수술 방법과 비교하여 수술 후 환자의 삶의 질을 월등히 향상시킬 수 있는 요인으로 작용한다.

Received : October 20, 2015

Accepted : October 27, 2015

교신저자 : 김세현, 서울 서대문구 연세로 50

세브란스병원 이비인후과학교실

전화 : (02) 2228-3622 · 전송 : (02) 393-0580

E-mail : shkimmd@yuhs.ac

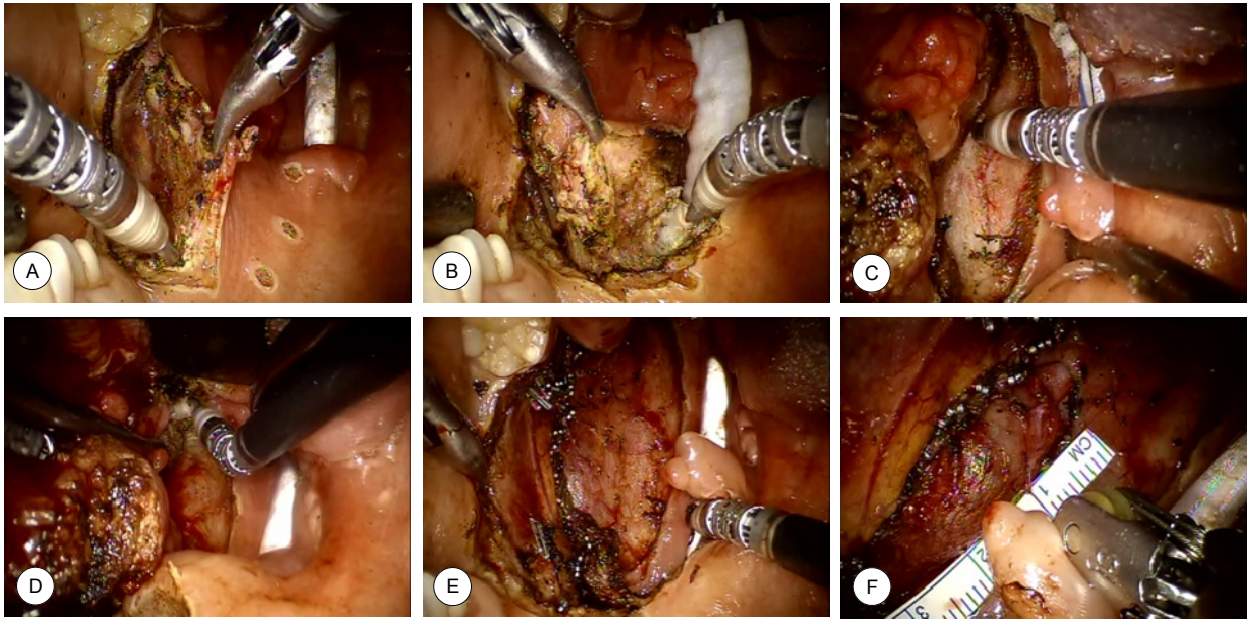


Fig. 1. Transoral lateral oropharyngectomy (TLO) in patient with tonsillar cancer. A. Medial dissection was performed along the medial pterygoid muscle and parapharyngeal fat pad. B. Soft palate resection. C. Posterior dissection was performed along the prevertebral fascia. D. Inferior resection of lower pole of the tonsil. E. Surgical bed after TLO. F. Retropharyngeal lymph node was removed using robotic system.

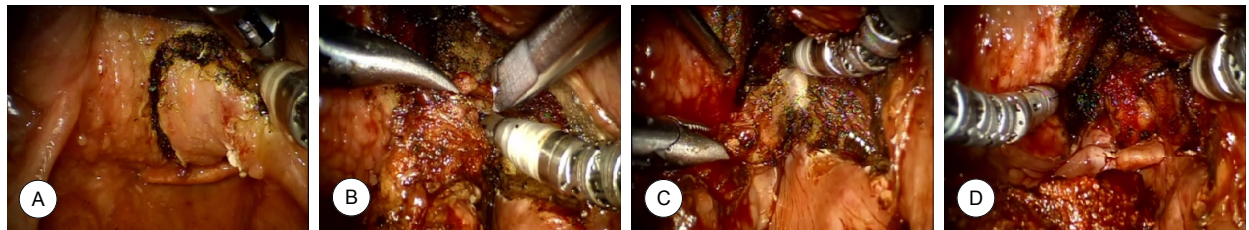


Fig. 2. Tongue base resection in patient with tongue base cancer. A. Circumferential incision was made around the tumor. B. Lingual artery was identified and clipped by using hemoclip. C. Deep muscle of the tongue was resected using robotic system. D. surgical bed after tongue base resection.

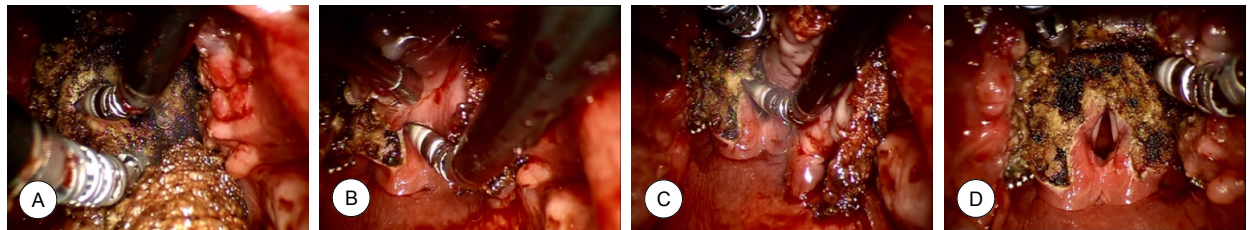


Fig. 3. Supraglottic partial laryngectomy in patient with supraglottic cancer. A. Dissection was inferiorly performed along the medial side of the thyroid cartilage. B. Inferior margin was resected along the both ventricle. C. Lastly, the petiole of the epiglottis was resected. D. Surgical bed after transoral robotic surgery.

구인두암에서 경구강 로봇 수술

저자들은 구인두암의 수술적 치료를 위하여 로봇 시스템을 이용한 경구강 측면 인두절제술(transoral lateral oropharyngectomy)을 보고 하였고 병변의 3차원적인 평가 및 절제가 가능함을 보고하였다.¹¹⁾ 병변측의 로봇 팔에는 5 mm 크기의 전기소작기를 장착하였고 다른 쪽 팔에는 5 mm 크기의 메릴랜드 포셉을 장착하였다. 전기 소작기를

이용하여 종양의 주위로 1 cm 정도의 절제연을 확보하여 표시하였다. 먼저 볼 점막에 절개를 가하고 볼근과 상인두 수축근이 만나는 pterygomandibular raphe를 찾은 후 절제를 진행하였다. 경구 측면 인두절제술의 측면 절제면은 상인두수축근, 전구개공과 후구개공이 이루는 근육층 아래면을 따라 진행하였다. 절제하는 도중 내익상근을 확인할 수 있었으며 이후 부인두공간의 지방덩어리를 확인하였고 내경동맥의 박동을 확인할 수 있었다. 이후 연구개 부위의

절제를 진행하고 후인두벽 부위를 전척추근막을 확인하면서 절제하였다. 마지막으로 혀뿌리 부위를 절제하였고 절제 도중 설동맥에서 출혈이 되는 경우는 hemoclip을 사용하여 지혈을 하였다.

39명의 구인두암 환자에서 경구강 로봇 수술을 시행하여 2년 생존율이 96%, 무병 생존율은 92%였으며 97%의 환자가 수술 후 구강을 통한 음식 섭취에 어려움이 없었다.¹²⁾ 또한 경구강 로봇 수술은 기존의 수술적 치료방법과 비교하여 대등한 종양학적 결과를 보였고 고식적인 수술에 비하여 수술 후 빠른 회복과 짧은 수술 시간 그리고 입원 기간 측면에서 우위를 보였다.¹³⁾

De Almeida 등은 초기 구인두암에서 경구강 로봇수술과 세기조절 방사선치료(intensity modulated radiotherapy)의 비교 효과를 분석하기 위하여 체계적 문헌 고찰을 시행하였다.¹⁴⁾ 세기조절 방사선 치료에 대한 8개의 연구와 경구강 로봇수술에 대한 12개의 연구를 분석하였고 각각의 그룹에는 1287명의 환자와 772명의 환자가 포함되었다. 2년 생존률을 분석하였을 때 세기조절 방사선치료의 경우 84~96%를 보였고, 경구강 로봇수술의 경우에 82~94%의 생존률을 보였다. 세기조절 방사선치료의 부작용으로 식도 협착(4.8%), 방사선골괴사(2.6%), 위루술을 시행한 경우가 43%에 이르렀고, 경구강 로봇수술의 부작용으로는 출혈(2.4%), 누공(2.5%), 수술 당시 위루술을 시행한 경우가 1.4% 그리고 추가 병합 요법을 시행하는 동안 30%였다. 이들 연구에 의하면 두 가지 치료 환자군의 생존율은 유사하였으나 치료에 따르는 부작용 면에서 경구강 로봇수술이 우위를 보였다.

경구강 로봇수술과 경부 절제술은 구인두암 치료에 있어서 수술의 합병증을 최소화 시키면서 종양을 제거할 수 있다. 이는 일차 병소 및 경부 전이 병변에 대해 정확한 병리학적 평가를 가능케 해준다. 병리학적 평가를 바탕으로 수술 후 병합 치료가 필요한 경우 고위험 부위를 집중적으로 치료할 수 있다. 이러한 병리학적 정보는 질병의 정확한 병기 결정에 도움이 되며 필요시 시행되는 방사선 치료의 용량을 증가 혹은 감소시킬 수 있는데 도움이 된다. 인두 부위에 가해지는 방사선 용량을 감소시킴으로써 치료 후 연하 기능의 저하를 최소화 시킬 수도 있다.^{15,16,17)} 최소 침습적인 수술적 접근을 통해 수술 후 기능 저하는 최소화 하면서, 방사선 치료의 용량을 감소시키고 필요 없는 부위에 들어가는 방사선 조사를 피할 수 있는 것이다. 정확한 병리학적 정보를 바탕으로 고위험 환자와 저위험 환자를 분류하고, 이러한 분류를 통해 항암방사선 치료의 독성을 피할 수도 있으며 필요한 경우에는 보다 강화된 치료를 시행할 수 있다.

후두암과 하인두암에서 경구강 로봇수술

후두와 하인두는 복잡한 해부학적 구조이며 발생과 연하에 관련되어 있기에 인간에게 필수적인 부분이다. 진행된 병기의 후두암의 경우 후두를 희생하여야 되나, 초기 혹은 중간 병기의 후두암의 경우는 후두를 보존하기 위해서 부분 후두 절제술 혹은 방사선 치료를 고려할 수 있다. 하지만 개방성 부분 후두 절제술의 경우 보고자간에 일관성 있는 결과를 보이지 않았으며 방사선 치료의 경우는 치료 초기나 후기에 나타나는 연관된 독성이 문제가 된다.¹⁸⁾ 결과적으로 이러한 부작용은 발생과 연하기능의 저하를 초래하며, 기관 튜브와 위루술을 필요로 하게 되어 결국 환자의 삶의 질을 저하시킬 수 있다.¹⁸⁾ 환자의 생존율과 치료 후 기능 보존이라는 두 가지 목표 사이에 적절한 균형을 맞추는 것이 중요하며 이를 위해서 최소 침습적인 수술 방법들이 연구되었다. 구강을 통한 장기와 기능을 보존하기 위한 수술적 방법들은 기존의 고식적인 치료 방법들과 비교하여 대등한 종양학적 그리고 기능적 결과를 보이는 것으로 알려졌다.¹⁹⁻²⁵⁾ 최근 빠르게 연구되고 있는 경구강 로봇수술은 수술자에게 월등한 수술 시야를 제공하며 기존에는 도달하기 어려웠던 해부학적 부위에 대해 접근할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이를 바탕으로 종양학적으로 안전 절제연을 확보하고 정상적인 후두 구조물들을 최대한 보존하는 것이 가능해진 것이다.

박 등은 후두암과 하인두암에서 경구강 로봇 수술을 이용한 수술 술식의 유용성을 보고하였다.^{26,27)} 부분 상후두 절제술은 다음과 같이 시행하였다. 병변측의 인두후두개 주름으로부터 절제를 시작하였다. 상후두동맥이 이 구조물 속을 통과하여 후두로 들어가기 때문에 출혈을 발생시키지 않도록 조심하여야 한다. 전기소작기로 자르기 전에 hemoclip을 2~3개 근위부에 적용하여 수술 중이나 후에 발생할 출혈에 대비하였다. 이어서 반대측의 인두후두개 주름으로부터 시작하여 갑상연골의 내측을 따라 후두계곡의 점막을 절제하였다. 이후 위에서 아래 방향으로 절제를 진행하여 후두개의 petiole을 절제하고 ventricle level까지 절제 하였다. 다음, 병변측의 갑상연골의 내측면을 따라 아래 방향으로 절제하여 후두주위공간과 원발병소가 함께 일괴로 절제 될 수 있도록 하였다. 마지막으로 앞에서 뒤쪽 방향으로 ventricle을 따라 절제하여 상후두의 절반을 일괴로 제거 하였다. 하인두 암의 절제는 다음과 같이 진행되었다. 갑상연골의 내연골막을 제거하여 전측면 절제연을 확보하였고 전체 이상과 부위를 깔때기 모양으로 일괴로 절제하였다. 먼저 피열연골의 내측면에서 시작하여 피열후두개 주름을 따라 후방에서 전방으로 절제를 시작하였다. 갑상연골과 갑상설골막을 확인한 후 갑상연골을 따라 내

측에서 외측 방향으로 절제를 진행하였다. 전측면 부위 안전 절제연을 확보하기 위하여 갑상연골의 내연골막에 수평으로 절개를 가한 후 아랫쪽 방향으로 꺾질을 벗기듯 제거하였다. 이후 갑상연골의 측면을 따라 절제를 시행하고 마지막으로 후방부위의 절제를 시행하였다. 이상와의 후측면에 위치한 경동맥의 박동을 3차원의 확대된 영상을 통해 확인하였다. 이후 이상와 침부의 절제를 마무리 하여 병변을 깔대기 모양으로 일교로 제거할 수 있었다.

23명의 하인두암 환자에게 경구강 로봇수술을 시행하고 3년 생존율 89%, 무병 생존율 84%를 보였다. 96%의 환자는 수술 후 양호한 연하 능력을 보였고 사회 생활을 하기에 문제 없는 발성 능력을 보였다.²⁸⁾ 경구강 로봇수술을 시행 받은 환자들은 기존의 고식적인 수술을 시행 받은 환자들과 비교하여 대등한 종양학적 결과를 보이면서도, 기관 발관, 연하 회복, 입원 기간 면에서 우월한 결과를 보였다.²⁹⁾ 경구강 로봇수술을 시행 받은 16명의 상후두암 환자를 분석한 결과 88%에서 충분한 절제연을 확보할 수 있었고, 1년 생존율 91%를 보였다. 수술 후 평균 8.3일에 구강 섭취가 가능하였고 11.2일째 기관 발관을 시행하였다.³⁰⁾

경구강 로봇 수술에 대한 이슈와 미래

경구강 로봇 수술의 성공 여부를 결정 짓는 가장 중요한 항목은 수술의 적응증을 적절하게 결정하는 것이다. 이를 위해서는 병변의 범위, 특히 깊이를 수술 전에 정확하게 평가하여야 한다. 주위 골이나 연골 구조를 침범한 경우 경구강 로봇 수술을 시행하는데 어려움이 있으며, 병변의 범위가 큰 경우 수술 후 누공이 발생할 수 있고 적절한 절제연을 확보하는 것이 힘들 수 있다. 하지만 병변의 직경이 크더라도 깊이가 얇은 경우에는 경구강 로봇 수술을 통해 광범위 절제 및 안전 절제연을 확보할 수 있고, 병변의 직경이 작지만 깊이가 깊은 경우 반대의 상황에 직면할 수 있기 때문에 단순히 병변의 2차원적인 직경만을 바탕으로 평가하는 것은 적절치 않다. 이를 위해서 Tateya 등은 구인두암의 치료에 협대역내시경(narrow band imaging)과 경구강 로봇수술을 적용해 성공적으로 환자를 치료하였다.^{31,32)} 이들에 의하면 협대역내시경을 사용할 경우 기존의 전산화단층촬영이나 자기공명영상 등의 검사보다 병변의 깊이를 평가하는데 유리하고, 이를 통해 경구강 로봇 수술을 적용할 수 있는 병변을 보다 쉽게 찾아낼 수 있다고 하였다.³³⁾

중심 단어 : 경구강 로봇수술 · 미세 침습수술술.

References

- 1) Sturgis EM, Cinciripini PM. Trends in head and neck cancer incidence in relation to smoking prevalence: an emerging epidemic of human papillomavirus-associated cancers? *Cancer* 2007;110(7):1429-1435.
- 2) Ryerson AB, Peters ES, Coughlin SS, Chen VW, Gillison ML, Reichman ME, et al. Burden of potentially human papillomavirus-associated cancers of the oropharynx and oral cavity in the US, 1998-2003. *Cancer*. 2008;113):2901-2909.
- 3) Chaturvedi AK, Engels EA, Pfeiffer RM, Hernandez BY, Xiao W, Kim E, et al. Human papillomavirus and rising oropharyngeal cancer incidence in the United States. *J Clin Oncol*. 2011;29(32):4294-4301.
- 4) Ang KK, Harris J, Wheeler R, Weber R, Rosenthal DI, Nguyen-Tân PF, et al. Human papillomavirus and survival of patients with oropharyngeal cancer. *N Engl J Med*. 2010;363(1):24-35.
- 5) Chung CH, Zhang Q, Kong CS, Harris J, Fertig EJ, Harari PM, et al. p16 protein expression and human papillomavirus status as prognostic biomarkers of nonoropharyngeal head and neck squamous cell carcinoma. *J Clin Oncol*. 2014;32(35):3930-3938.
- 6) Hutchesson KA, Holsinger FC, Kupferman ME, Lewin JS. Functional outcomes after TORS for oropharyngeal cancer: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2015;272(2):463-471.
- 7) Weinstein GS, O'Malley BW Jr, Cohen MA, Quon H. Transoral robotic surgery for advanced oropharyngeal carcinoma. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010;136(11):1079-1085.
- 8) Genden EM, Desai S, Sung CK. Transoral robotic surgery for the management of head and neck cancer: a preliminary experience. *Head Neck*. 2009;31(3):283-289.
- 9) Iseli TA, Kulbersh BD, Iseli CE, Carroll WR, Rosenthal EL, Magnuson JS. Functional outcomes after transoral robotic surgery for head and neck cancer. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009;141(2):166-171.
- 10) 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(11):2156-2164.
- 11) 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-e66.
- 12) Park YM, Kim WS, Byeon HK, Lee SY, Kim SH. Oncological and functional outcomes of transoral robotic surgery for oropharyngeal cancer. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2013;51(5):408-412.
- 13) Lee SY, Park YM, Byeon HK, Choi EC, Kim SH. Comparison of oncologic and functional outcomes after transoral robotic lateral oropharyngectomy versus conventional surgery for T1 to T3 tonsillar cancer. *Head Neck*. 2014;36(8):1138-1145.

- 14) de Almeida JR, Byrd JK, Wu R, Stucken CL, Duvvuri U, Goldstein DP, et al. *A systematic review of transoral robotic surgery and radiotherapy for early oropharynx cancer: a systematic review. Laryngoscope. 2014;124(9):2096-2102.*
- 15) Smith RV, Goldman SY, Beitler JJ, Wadler SS. *Decreased short- and long-term swallowing problems with altered radiotherapy dosing used in an organ-sparing protocol for advanced pharyngeal carcinoma. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2004;130(7):831-836.*
- 16) Feng FY, Kim HM, Lyden TH, Haxer MJ, Feng M, Worden FP, et al. *Intensity-modulated radiotherapy of head and neck cancer aiming to reduce dysphagia: early dose-effect relationships for the swallowing structures. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2007;68(5):1289-1298.*
- 17) Rancati T, Schwarz M, Allen AM, Feng F, Popovtzer A, Mittal B, et al. *Radiation dose-volume effects in the larynx and pharynx. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2010;76(3 Suppl): S64-S69.*
- 18) Hanna E, Sherman A, Cash D, Adams D, Vural E, Fan CY, et al. *Quality of life for patients following total laryngectomy vs chemoradiation for laryngeal preservation. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2004;130(7):875-879.*
- 19) Cabanillas R1, Rodrigo JP, Llorente JL, Suárez C. *Oncologic outcomes of transoral laser surgery of supraglottic carcinoma compared with a transcervical approach. Head Neck. 2008;30(6):750-755.*
- 20) 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(11):1245-1250.*
- 21) Karatzanis AD, Psychogios G, Zenk J, Waldfahrer F, Hornung J, Velegrakis GA, et al. *Comparison among different available surgical approaches in T1 glottic cancer. Laryngoscope. 2009;119(9):1704-1708.*
- 22) Mendelsohn AH, Remacle M. *Transoral robotic surgery for laryngeal cancer. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2015;23(2):148-152.*
- 23) Mendelsohn AH, Remacle M, Van Der Vorst S, Bachy V, Lawson G. *Outcomes following transoral robotic surgery: supraglottic laryngectomy. Laryngoscope. 2013;123(1):208-214.*
- 24) Olsen SM, Moore EJ, Koch CA, Price DL, Kasperbauer JL, Olsen KD. *Transoral robotic surgery for supraglottic squamous cell carcinoma. Am J Otolaryngol. 2012;33(4):379-384.*
- 25) Ozer E, Alvarez B, Kakarala K, Durmus K, Teknos TN, Carrau RL. *Clinical outcomes of transoral robotic supraglottic laryngectomy. Head Neck. 2013;35(8):1158-1161.*
- 26) 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): 361-368.*
- 27) 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.*
- 28) 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):560-566.*
- 29) Park YM, Byeon HK, Chung HP, Choi EC, Kim SH. *Comparison study of transoral robotic surgery and radical open surgery for hypopharyngeal cancer. Acta Otolaryngol. 2013; 133(6):641-648.*
- 30) Park YM, Kim WS, Byeon HK, Lee SY, Kim SH. *Surgical techniques and treatment outcomes of transoral robotic supraglottic partial laryngectomy. Laryngoscope. 2013;123(3):670- 677.*
- 31) Tateya I, Ishikawa S, Morita S, Ito H, Sakamoto T, Murayama T, et al. *Magnifying endoscopy with narrow band imaging to determine the extent of resection in transoral robotic surgery of oropharyngeal cancer. Case Rep Otolaryngol. 2014;2014: 604737.*
- 32) Iseli TA, Kulbersh BD, Iseli CE, Carroll WR, Rosenthal EL, Magnuson JS. *Functional outcomes after transoral robotic surgery for head and neck cancer. Otolaryngol Head Neck Surg. 2009;141(2):166-171.*
- 33) Tateya I, Morita S, Muto M, Miyamoto S, Hayashi T, Funakoshi M, et al. *Magnifying endoscope with NBI to predict the depth of invasion in laryngo-pharyngeal cancer. Laryngoscope. 2015; 125(5):1124-1129.*