

## 구강 및 구인두 편평상피암종의 림프절 전이에 대한 PET-CT 영상의 유용성

가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실,<sup>1</sup> 핵의학과학교실<sup>2</sup>  
주영훈<sup>1</sup> · 선동일<sup>1</sup> · 박준욱<sup>1</sup> · 유이령<sup>2</sup> · 김민식<sup>1</sup>

= Abstract =

### Utility of FDG PET-CT Scans on Nodal Staging of Squamous Cell Carcinoma in the Oral Cavity and Oropharynx

Young-Hoon Joo, MD<sup>1</sup>, Dong-Il Sun, MD<sup>1</sup>, Jun-Ook Park, MD<sup>1</sup>,  
Je-Ryung Yoo, MD<sup>2</sup>, Min-Sik Kim, MD<sup>1</sup>

*Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery<sup>1</sup> and Nuclear<sup>2</sup> Medicine, College of Medicine,  
The Catholic University of Korea, Seoul, Korea*

**Objectives** : We evaluated the use of FDG PET/CT for the identification of cervical nodal metastases of SCC of the oral cavity and oropharynx with histological correlation. **Material and Methods** : We reviewed 46 medical records, from January 2004 to July 2007, of patients who underwent FDG PET/CT and CT/MRI for SCC of the oral cavity and oropharynx before surgery. We recorded the lymph node metastases according to the neck level affected and the system used for the imaging-based nodal classification. **Results** : The FDG PET/CT had a sensitivity of 75.6% and a specificity of 96.7% ; it had a higher sensitivity than the CT/MRI for identification of cervical metastases on the side of the neck (26/28 vs. 20/28, p=0.031) and at each of the cervical levels (34/45 vs. 26/45, p=0.008). There was a significant difference in the SUV<sub>max</sub> between the benign and malignant cervical lymph nodes (3.31 ± 3.23 vs. 4.22 ± 2.57, p=0.028). The receiver-operating-characteristic (ROC) curve analysis for differentiating the benign from the malignant cervical lymph nodes, showed that the area under the curve (AUC) of the FDG PET/CT was 0.775. The cut-off value for the SUV<sub>max</sub> was 2.23 based on the ROC curve. There was a significant correlation between the SUV<sub>max</sub> and the size of the cervical lymph nodes (Spearman r=0.353, p=0.048). **Conclusion** : FDG PET/CT images were more accurate than the CT/MRI images. In addition, the SUV<sub>max</sub> cut-off values were important for evaluating cervical the cervical nodes in the patients with SCC of the oral cavity and oropharynx.

**KEY WORDS** : Carcinoma, squamous cell · Mouth · Oropharynx · Lymphatic metastasis · Positron-emission tomography.

## 서 론

두경부 편평상피세포암 환자에서 경부림프절 전이의 유무

교신저자 : 김민식, 137-040 서울 서초구 반포동 505  
가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실  
전화 : (02) 2258-6211 · 전송 : (02) 595-1354  
E-mail : entkms@catholic.ac.kr

는 가장 중요한 예후 인자 중 하나이다. 현재의 비침습적인 병기설정 방법으로는 임상적 검사, 전산화 단층촬영(CT) 및 자기공명영상(MRI)이 있다. 경부림프절의 병기설정을 위한 CT 혹은 MRI(CT/MRI)의 결과 해석에는 림프절의 크기, 중심부 괴사의 존재, 그리고 림프절 경계의 명확성 여부가 포함된다.<sup>1,2)</sup> CT/MRI의 림프절 전이의 탐지에 대한 민감도는 36%에서 94%에 이르며, 특이도는 50%에서 98%에 이른다<sup>3)</sup> 현재 경부절제술에 따른 조직 검사가

예후에 대한 중요한 정보를 제공하는 가장 신뢰할 만한 병기 설정 방법이며, 조직 검사의 신뢰도에 필적할 만한 예후에 대한 정보를 제공하는 비침습적인 방법이 필요한 실정이다.

다양한 암환자에서 전이성 병변의 병기설정과 위치확인에 18F-fluoro-deoxyglucose (FDG)를 이용하는 positron emission tomography (PET)의 적용이 점차 늘어나고 있다. 최근에 발전된 PET-CT는 두 가지 이점을 지니며, 나선형 CT (spiral CT)에 의해서 해부학적인 정보가, PET에 의해서 기능적인 정보가 제공된다. 이러한 조합된 방법은 해부학적인 위치확인과 진단적 정확성을 향상시키는 결과를 가져왔다.<sup>4)</sup> FDG PET-CT는 암세포의 증가된 해당과정을 이용하여 정상조직으로부터 암조직을 구별할 수 있다. FDG PET-CT의 또 다른 장점은 경부림프절 전이가 있는 환자에서 동시성 원발암, 원격전이 및 원발병소의 위치를 확인할 수 있는 전신스캐닝을 시행하는 능력이다.<sup>5)</sup> FDG PET-CT는 두경부암 환자의 검사에서 기존의 영상기법보다 더 우위에 있다고 알려진 기능적인 영상기법이다.<sup>6,7)</sup> 두경부암의 경부림프절 전이의 탐지에 대한 FDG PET-CT의 민감도는 67%에서 96%에 이르며, 특이도는 82%에서 100%에 이른다.<sup>7-9)</sup> 또한, 구강암 환자에서 FDG PET-CT는 CT/MRI보다 더 정확하다고 알려져 있다.<sup>9,10)</sup>

본 연구에서는 저자들은 구강 및 구인두의 편평상피세포암 환자에서 경부림프절 전이로 진단받은 환자들을 대상으로 경부림프절 전이의 탐지에 대해 FDG PET-CT의 유용성을 살펴보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

2004년 1월부터 2007년 7월까지 구강 및 구인두 편평상피세포암으로 진단받고 원발부위 및 경부 림프절 절제술을 시행하고, 술전에 FDG PET-CT와 CT/MRI를 시행 받은 총 46명의 환자를 대상으로 하였다. 모든 환자들은 조직학적으로 구강 또는 구인두의 편평상피세포암으로 확인되었으며, 원격전이의 영상학적인 증거가 없었고, 근치적 절제로 치료받았다. 비 편평상피세포암, 절제 불가능한 암종, 그리고 원격전이가 있거나 이전에 두경부암의 과거력이나 경부수술 또는 항암치료를 받은 적이 있는 환자는 연구에서 배제되었다. 수술전 시행한 진단적 검사에는 이학적 검사, 내시경검사 (panendoscopy), 두경부의 CT/MRI, FDG PET-CT, 흉부 단순방사선검사, 그리고 실험실검사가 포함되었다. 국소림프절의 상태를 결정하기 위하여 FDG PET-CT와 CT/MRI 결과가 평가되었으며, 영상에 기초한 경부림프절 분류의 구획 (neck level system)에 따라서 경부림프절의 전이가 기록되었다. 구강 및 구인두의 편평상피세포암의 원발부위 및

경부림프절의 병기는 American Joint Committee on Cancer (2002)의 분류에 따랐다.

### 2. 영 상

모든 환자들은 PET-CT 시행 전 6시간 동안 공복 상태를 유지하였다. 평균 550MBq의 18F-FDG가 정맥투여 되었고, 60분 후에 스캐닝을 시작하였다. 18F-FDG를 주사 직전 측정된 혈당은 130mg/dL가 넘지 않았다. 평균 418.5MBq (11.3mCi)의 18F-FDG를 정맥 주사하고 60분 경과 후 영상을 얻었다. PET-CT는 dual-section helical CT scanner (Somatom Emotion ; Siemens)와 full-ring PET scanner를 결합시킨 dualmodality PET-CT tomograph (biograph LSO ; Siemens Medical Solutions, Knoxville, Tenn.)를 이용하였다. CT 영상은 130kVp, 30mAs, 폭조절 (collimation) 4mm, 5mm 두께, 테이블 이동속도 14mm/회전, 겐트리 회전 시간 800ms의 조건으로 얻었고 조영제는 사용하지 않았다. 뇌 기저부에서 허벅지 근위부까지를 머리에서 대퇴부의 방향으로 한 bed당 2분간의 방출영상을 3Dmode로 얻어 CT를 기본으로 감쇠 보정하여 standard ordered-subset expectation maximization 알고리즘을 이용하여 재구성하였다. PET의 축상 공간해상도는 6.5mm였다. 모든 PET/CT 영상은 1명의 핵의학과 전문의가 양측 경부를 각각 5 level로 나누어 전산화 단층촬영의 결과와 연계하여 판독하였다.

### 3. 통 계

통계적인 분석에는 SPSS (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) software package를 이용하였다. 영상기법간의 누적 민감도와 특이도에서의 차이는 McNemar test를 이용하여 통계적인 의미를 판단하였다. 수용자 반응 특성 (receiver operating characteristic, ROC) 곡선 분석을 통해서 양성과 악성의 경부림프절을 구별하였다.  $SUV_{max}$ 와 경부림프절의 크기 사이의 관계를 평가하기 위하여 Pearson correlation이 이용되었다. 유의확률 0.05 미만일 때 통계학적으로 유의하다고 판단하였다. 수치자료는 평균±표준편차로 표기하였다.

## 결 과

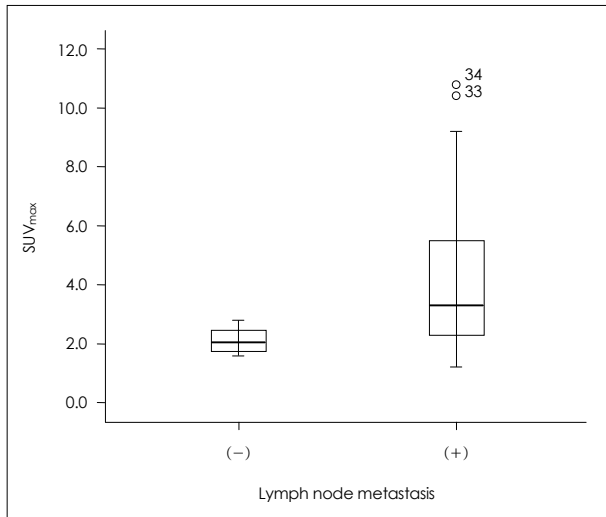
### 1. 환 자

환자의 연령군은 25세에서 74세까지로 평균 연령은 56.8세였다. PET-CT를 시행 받은 총 46명의 환자 중 남자가 37명 (80.4%)이었다. 암의 원발부위는 편도 19예, 구강설 15예, 설근부 7예, 협부 3예, 구후삼각 1예, 구강저 1예였다. 모든 환자들은 일차 수술 당시에 경부절제술을 시행 받았으며, 포괄적 경부절제술 (comprehensive neck dissection)

**Table 1.** Results of the FDG PET-CT and CT/MRI of dissected cervical nodes (n=255) of patients with squamous cell carcinoma in oral cavity an oropharynx

	TP	FP	FN	TN	Sensitivity* (%)	Specificity† (%)	PPV‡ (%)	NPV§ (%)	Accuracy¶ (%)
FDG PET-CT	34	7	11	203	75.6	96.7	93.0	83.0	95.0
CT/MRI	26	10	19	200	57.7	95.0	88.6	72.2	91.3

\* :  $[\text{TP}/(\text{TP}+\text{FN})] \times 100$ , † :  $[\text{TN}/(\text{TN}+\text{FP})] \times 100$ , ‡ :  $[\text{TP}/(\text{TP}+\text{FP})] \times 100$ , § :  $[\text{TN}/(\text{TN}+\text{FN})] \times 100$ , ¶ :  $[(\text{TP}+\text{TN})/(\text{TP}+\text{TN}+\text{FP}+\text{FN})] \times 100$ . FDG : 18F-fluorodeoxyglucose, PET : positron emission tomography, CT : computed tomography, MRI : magnetic resonance imaging, TP : true-positive, FP : false-positive, FN : false-negative, TN : true-negative, PPV : positive predictive value, NPV : negative predictive value



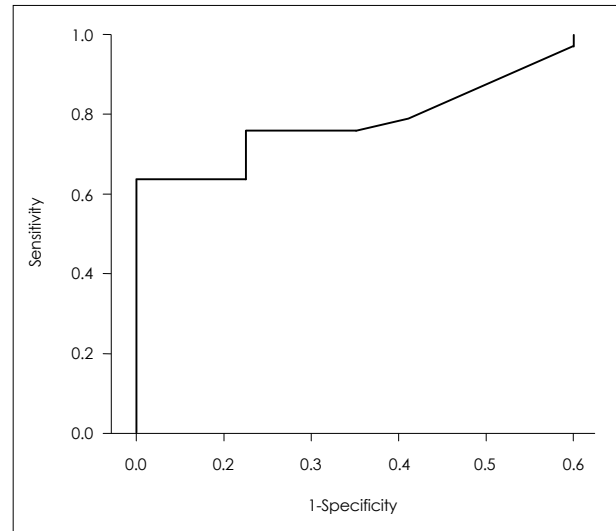
**Fig. 1.** Relationship between maximum standard uptake value (SUV<sub>max</sub>) and cervical lymph node metastasis. There was a statistically significant difference between the SUV<sub>max</sub> and lymph node metastasis (SUV<sub>max</sub> in node negative=2.11±0.45, SUV<sub>max</sub> in node positive=4.22±2.57) (p=0.028).

을 24명(52.2%)에서, 선택적 경부절제술(selective neck dissection)을 22명(47.8%)에서 시행하였다. 임상적 혹은 방사선학적으로 양측 경부림프절 전이가 의심되는 경우 양측 경부 청소술을 시행하였고 29명(63.0%)의 환자가 이에 해당되었다.

## 2. 림프절 병기

총 46명의 환자에서 75측(46+29)이 경부절제술을 시행 받았으며, 255 level에서 CT/MRI, FDG PET-CT 및 병리학 적 결과가 분석되었다. 병리학적으로 75측의 절제된 경부 전이 중 28측에서 림프절 전이를 보였고, 255 level 중 45 level에서 림프절 전이를 보였다. FDG PET-CT는 병리학 적으로 림프절 전이가 입증된 28측의 경부절제 중 26측에서 경부림프절의 전이를 탐지한 반면, CT/MRI는 28측의 경부절제 중 20측에서 경부림프절의 전이를 탐지하였다(p=0.031) (Table 1).

level별 분석에 의하면 경부림프절 전이의 탐지에 대한 FDG PET-CT와 CT/MRI의 민감도는 각각 75.6%와 57.7%, 특이도는 각각 96.7%와 95.0%였다. FDG PET-CT의 민감도는 CT/MRI의 민감도에 비해 17.9% 더 높은 반면(p=0.008), 두 영상기법의 특이도는 비슷하였다(p=0.250). FDG

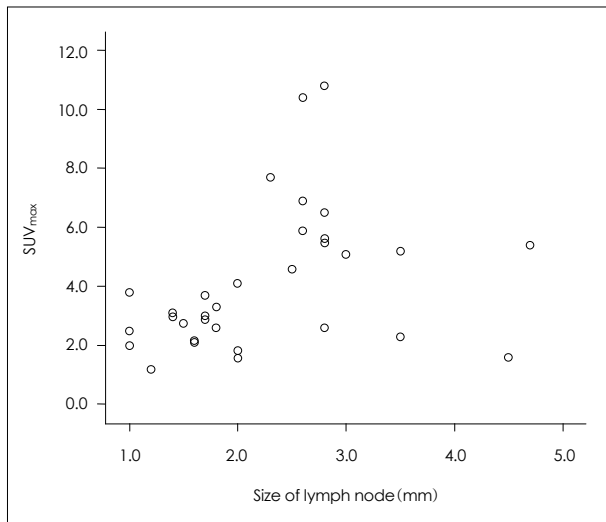


**Fig. 2.** ROC (Receiver Operating Characteristics) curve for semi-quantitative maximum standard uptake value (SUV<sub>max</sub>) analysis and visual interpretation of 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography (FDG PET-CT) images for cervical lymph node staging in patients with oral cavity and oropharynx cancer [The area under the ROC curve (AUC) was 0.775±0.071, p=0.017].

PET-CT는 7예를 가양성으로, 11예를 가음성으로 부정확하게 해석하였다. level별 분석에 따라 FDG PET/CT는 93%의 진단적 정확도를, 83%의 양성예측도를, 그리고 95%의 음성예측도를 나타내었다.

## 3. SUV<sub>max</sub> 기준치(Cut-off Value) 분석

SUV<sub>max</sub> 평균값과 경부림프절 전이는 유의한 통계학적 상관 관계를 나타내었다(p=0.028) (Fig. 1). 병리학적으로 양성 림프절인 구역의 SUV<sub>max</sub>의 평균은 4.22±2.57 (range 1.2~10.8)이었고, 병리학적으로 양성 림프절인 구역의 SUV<sub>max</sub>의 평균은 3.31±3.23 (range 1.6~2.8)이었다. 양성과 양성 림프절을 구별하기 위하여 ROC 곡선과 SUV<sub>max</sub> 값을 이용하여 계산한 ROC 곡선 아래의 면적은 0.775±0.071 (p=0.017)이었다(Fig. 2). 이번 연구에서 ROC 곡선에 기초하여 설정한 SUV<sub>max</sub>의 기준치는 2.23이었다. 민감도는 75.8%였고, 특이도는 75%였다. SUV<sub>max</sub>와 경부림프절의 크기는 통계학적으로 유의한 상관관계를 나타내었다(Spearman r=0.353, p=0.048) (Fig. 3).



**Fig. 3.** Correlation between the size of cervical lymph node and the maximum standard uptake value (SUV<sub>max</sub>) (Spearman  $r=0.353$ ,  $p=0.048$ ).

## 고 찰

두경부암 환자에서 경부림프절의 전이는 생존 기간을 유의하게 감소시키기 때문에 적절한 치료를 위해서 림프절의 병기설정은 매우 중요하다. CT에서 정상 림프절은 경계가 분명한 원형 또는 타원형의 구조를 보이며, 근육과 비슷한 정도의 감쇠를 보이며, 림프절의 크기가 1cm 이상이면 비정상이라고 생각된다(경정맥이북근림프절은 1.5cm). CT의 민감도는 83%, 특이도는 83%, 그리고 정확도는 83%라고 보고되고 있다.<sup>11)</sup> MRI를 추가하였을 경우 민감도와 특이도는 각각 73%와 95%로 보고되어 CT 단독보다 더 향상된 결과를 보이지는 않는다.<sup>12)</sup> Curtin 등은 CT의 음성예측도를 84%(MRI 79%), 양성예측도를 50%(MRI 52%)로 보고하였다.<sup>13)</sup>

CT/MRI와 같은 검사들은 병변의 해부학적 또는 구조적인 정보만을 얻을 수 있는데 반하여 FDG PET-CT 영상은 해부학적 변화보다 먼저 일어난 생리 또는 화학 반응에 대한 정량 분석을 통해 기능적 이상을 찾아낼 수 있어 질병을 조기에 발견할 수 있도록 해 준다. 또한 FDG PET/CT는 해부학적 영상 정보까지 동시에 제공해 주기 때문에 주로 두경부 악성 종양을 진단하는데 큰 도움을 주고 있다. 18F-FDG를 이용한 PET은 폐암, 식도암, 대장직장암, 림프종, 흑색종, 유방암 및 두경부암과 같은 다양한 암종의 병기설정 및 병기재설정에 널리 이용되고 있다. CT의 추가는 더 정확한 해부학적 위치확인을 가능하게 하고, PET 영상의 감쇠교정에 필요한 자료를 제공해 준다. 비침습적으로 전신을 검사할 수 있는 고도로 민감한 기술인 전신 FDG PET-CT는 전이성 병변을 탐지할 수 있는 능력이 있다. FDG PET-CT 단독으로 림프절의 병기설정에 대한 기존의 연구들은 61~96%의 민

감도와 80~99%의 특이도를 보고하였고, 이는 CT/MRI 보다 더 높은 특이도를 나타내었다.<sup>14,15)</sup> 기존의 연구 결과와 같이, 이번 연구에서도 구강 및 구인두의 편평상피세포암 환자에서 경부림프절 전이의 탐지에 대해 FDG PET-CT는 CT/MRI 보다 더 높은 민감도를 나타내었다. 그러나, FDG PET-CT 영상이 림프절의 병기설정에 추가적인 정보를 제공해주는 하지만, 정상 크기의 림프절의 평가에 대한 역할에 대해서는 논란이 있다; FDG PET/CT의 주된 장점은 비정상적인 FDG 축적으로부터 정상조직을 쉽게 구별하는 것이다.<sup>16,17)</sup> 이번 연구에서 FDG PET-CT는 7예의 가양성을 보고하였으며, 가양성을 보고한 환자의 원발부위는 편도 5예, 구강설 1예, 구강저가 1예였다. 가양성을 보고한 경부림프절의 크기는 최대 직경이 1.2~3.5cm였다. FDG PET-CT의 가양성 결과는 주로 염증반응과 종양의 침습을 구별하지 못하는 데서 발생하는데, 이는 두 경우에서 모두 활발한 물질대사가 이루어지기 때문이다. FDG PET-CT는 11 level에서 과사성 림프절에 대해 위음성을 보고하였으며, 원발병소는 구강설 6예, 편도 3예, 그리고 설근부 2예였다.

최근에는 FDG PET/CT 영상에 있어서 SUV<sub>max</sub> 수치로 림프절 전이 여부를 확인하려는 시도들이 이루어지고 있다. 암세포는 당을 활발하게 대사하기 때문에 결과적으로 암세포들은 PET 영상에서 높은 FDG 축적을 나타낸다. 림프절의 전이는 증가된 18F-FDG 흡수와 높은 SUV<sub>max</sub> 수치를 나타내며, 악성과 양성 병변을 구별하기 위하여 2.0에서 3.0 사이의 값이 기준치로 사용되고 있다.<sup>14,18,19)</sup> 이번 연구에서는 SUV<sub>max</sub> 평균값과 경부림프절 전이 사이에 통계학적으로 의미있는 상관관계가 있었으며, SUV<sub>max</sub> 기준치는 2.23으로 나타났다. Murakami 등은 림프절의 크기를 고려한 SUV<sub>max</sub> 기준치를 제안하였으며, 직경 10mm 미만의 림프절에 대해서는 1.9, 10~15mm에 대해서는 2.5, 그리고 15mm 초과에 대해서는 3.0으로 보고하였다.<sup>20)</sup> 이 값들은 79%의 민감도와 99%의 특이도를 나타내었으며, 이는 초음파, CT/MRI 및 FDG PET CT를 모두 이용하는 숙련된 의료진에 의해 얻어질 수 있는 것과 비슷한 정도의 결과를 보였으나 이에 대한 논의는 추후 계속 이루어져야 할 것이다.

## 결 론

구강 및 구인두의 편평상피세포암 환자에서 기존의 영상학적인 검사인 CT/MRI와는 달리 FDG PET/CT는 기능 및 해부학적인 변화를 조기에 발견할 수 있으며, 좀더 정확한 경부 림프절 전이 여부를 확인할 수 있었다. 이를 통해 FDG PET/CT를 이용한 술전 경부 림프절 전이를 확인하여 환자에 따른 적절한 경부절제술의 범위를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

**중심 단어 :** 편평상피암종 · 구강 · 구인두 · 림프절 전이 · 양전자 방출 단층촬영.

## References

- 1) Snow GB, Patel P, Leemans CR, Tiwari R. *Management of cervical lymph nodes in patients with head and neck cancer. Eur Arch Otorhinolaryngol.* 1992;249:187-194.
- 2) Baillet JW, Abemayor E, Jabour BA, Hawkins RA, Ward PH. *Positron emission tomography: A new precise imaging modality for detection of primary head and neck tumors and assessment of cervical adenopathy. Laryngoscope.* 1992;102:281-288.
- 3) Conti PS, Lilien DL, Hawley K, Keppler J, Grafton ST, Bading JR. *PET and [F-18]-FDG in oncology: A clinical update. Nucl Med Biol.* 1996;23:717-35.
- 4) Antoch G, Saoudi N, Kuehl H, Dahmen G, Mueller SP, Beyer T, et al. *Accuracy of whole-body dual-modality fluorine-18-2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography and computed tomography (FDG-PET/CT) for tumor staging in solid tumors: Comparison with CT and PET. J Clin Oncol.* 2004;22:4357-4368.
- 5) Kresnik E, Mikosch P, Gallowitsch HJ, Kogler D, Wiesser S, Heinisch M, et al. *Evaluation of head and neck cancer with 18F-FDG PET: A comparison with conventional methods. Eur J Nucl Med.* 2001;28:816-821.
- 6) Stokkel MP, ten Broek FW, Hordijk GJ, Koole R, van Rijk PP. *Preoperative evaluation of patients with primary head and neck cancer using dual-head 18fluorodeoxyglucose positron emission tomography. Ann Surg.* 2000;231:229-234.
- 7) Keyes Jr JW, Watson Jr NE, Williams 3rd DW, Greven KM, McGuirt WF. *FDG PET in head and neck cancer. AJR Am J Roentgenol.* 1997;169:1663-1669.
- 8) Ng SH, Yen TC, Liao CT, Chang JT, Chan SC, Ko SF, et al. *18F-FDG PET and CT/MRI in oral cavity squamous cell carcinoma: A prospective study of 124 patients with histologic correlation. J Nucl Med.* 2005;46:1134-1136.
- 9) Ng SH, Yen TC, Chang JT, Chan SC, Ko SF, Wang HM, et al. *Prospective study of [18F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography and computed tomography and magnetic resonance imaging in oral cavity squamous cell carcinoma with palpably negative neck. J Clin Oncol.* 2006;24:4371-4376.
- 10) Kunkel M, Forster GJ, Reichert TE, Jeong JH, Benz P, Bartenstein P, et al. *Detection of recurrent oral squamous cell carcinoma by [18F]-2-fluorodeoxyglucose-positron emission tomography: Implications for prognosis and patient management. Cancer.* 2003;98:2257-2265.
- 11) Merritt RM, Williams MF, James TH, Porubsky ES. *Detection of cervical metastasis. A meta-analysis comparing computed tomography with physical examination. Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1997;123:149-152.
- 12) Di Martino E, Nowak B, Hassan HA, Hausmann R, Adam G, Buell U, et al. *Diagnosis and staging of head and neck cancer: A comparison of modern imaging modalities (positron emission tomography, computed tomography, color-coded duplex sonography) with panendoscopic and histopathologic findings. Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2000;126:1457-1461.
- 13) Curtin HD, Ishwaran H, Mancuso AA, Dalley RW, Caudry DJ, McNeil BJ. *Comparison of CT and MR imaging in staging of neck metastases. Radiology.* 1998;207:123-130.
- 14) Bar-Shalom R, Valdivia AY, Blaufox MD. *PET imaging in oncology. Semin Nucl Med.* 2000;30:150-185.
- 15) Adams S, Baum RP, Stuckensen T, Bitter K, Hor G. *Prospective comparison of 18F-FDG PET with conventional imaging modalities (CT, MRI, US) in lymph node staging of head and neck cancer. Eur J Nucl Med.* 1998;25:1255-1260.
- 16) Mukherji SK, Bradford CR. *Controversies: Is there a role for positron-emission tomographic CT in the initial staging of head and neck squamous cell carcinoma? AJNR Am J Neuroradiol.* 2006;27:243-245.
- 17) Dammann F, Horger M, Mueller-Berg M, Schlemmer H, Clausen CD, Hoffman J, et al. *Rational diagnosis of squamous cell carcinoma of the head and neck region: Comparative evaluation of CT, MRI, and 18FDG PET. AJR Am J Roentgenol.* 2005;184:1326-1331.
- 18) Paulino AC, Johnstone PA. *FDG-PET in radiotherapy treatment planning: Pandora's box? Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2004;59:4-5.
- 19) Fukui MB, Blodgett TM, Snyderman CH, Johnson JJ, Myers EN, Townsend DW, et al. *Combined PET-CT in the head and neck: Part 2. Diagnostic uses and pitfalls of oncologic imaging. Radiographics.* 2005;25:913-930.
- 20) Murakami R, Uozumi H, Hirai T, Nishimura R, Shiraishi S, Ota K, et al. *Impact of FDG-PET/CT imaging on nodal staging for head-and-neck squamous cell carcinoma. Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2007;68(2):377-382.