

# 양전자컴퓨터단층촬영에서 우연히 발견된 뇌하수체 종양 16예에 대한 임상적 고찰

김형진 · 천기정<sup>1</sup> · 조아라<sup>1</sup> · 이창훈<sup>2</sup> · 윤상민<sup>2</sup> · 안세진 · 장상언 · 김정민<sup>3</sup> · 이윤용 · 이가희

한국원자력의학원 원자력병원 내과, 핵의학과<sup>1</sup>, 신경외과<sup>2</sup>, 동남권원자력의학원 내과<sup>3</sup>

## Clinical Characteristics of 16 Patients with Pituitary Tumor Incidentally Detected by <sup>18</sup>F-Fluorodeoxyglucose PET-CT (<sup>18</sup>F-FDG PET-CT)

Hyung Jin Kim, Gi Jeong Cheon<sup>1</sup>, A Ra Cho<sup>1</sup>, Chang Hoon Lee<sup>2</sup>, Sang Min Youn<sup>2</sup>, Se jin Ahn, Sang Eon Jang, Jung Min Kim<sup>3</sup>, Yun Yong Lee, Ka Hee Yi

Departments of Internal Medicine, Nuclear Medicine<sup>1</sup>, and Neurosurgery<sup>2</sup>, Korea Cancer Center Hospital, Korea Institute of Radiological & Medical Sciences, Seoul; Department of Internal Medicine<sup>3</sup>, Dongnam Institute of Radiological & Medical Sciences, Busan, Korea

**Background:** It is uncommon to unexpectedly discover pituitary tumor as a hypermetabolic lesion on an <sup>18</sup>F-FDG PET-CT scan for the evaluation of an unrelated disease when the patient does not show neurological or endocrine signs and symptoms.

**Methods:** We retrospectively analyzed the medical records of 16 patients with pituitary tumor that was detected incidentally on <sup>18</sup>F-FDG PET-CT at the Korea Cancer Center Hospital from January 2002 to September 2009. We analyzed their clinical features in detail.

**Results:** On 35,505 <sup>18</sup>F-FDG PET-CT scans, 16 (0.045%) patients were diagnosed with pituitary incidentaloma. They underwent <sup>18</sup>F-FDG PET-CT for the evaluation of the state of malignancy. All of them had no signs and symptoms related to pituitary tumor. The average age of the patients was 63.3 ± 12.0 years (49-85 years). Eleven patients were men and 5 were women. The mean diameter of the tumor was 17.9 ± 5.7 mm. Most of the pituitary incidentalomas were macroadenoma. The result of tumor morphologic evaluation by the Hardy classification was as follows: 6 grade IV, 1 grade III, 3 grade II and 1 grade I. The mean standardized uptake value of the tumor was 10.6 ± 6.7. Ten patients had endocrine evaluation and they showed a normal hormone level. Among 16 patients, 4 patients received TSA and they were diagnosed with pituitary adenoma.

**Conclusion:** This study showed that pituitary incidentaloma discovered on <sup>18</sup>F-FDG PET-CT was extremely rare. It was almost all non-functioning macroadenoma and this showed relatively high FDG uptake. (*Endocrinol Metab* 25:321-325, 2010)

**Key Words:** <sup>18</sup>F-FDG PET-CT, Incidental discovery, Pituitary tumor

## 서론

양전자단층촬영(Positron emission tomography, PET)은 1970년대에 처음 사용되었으며 주로 뇌와 심장질환의 기초 연구에 이용되어 오다가, 1999년 이의 단점을 보완한 양전자컴퓨터단층촬영(PET-CT)이 소개되면서 최근 여러 종양의 진단, 병기결정, 치료효과 판정 및 재발병소 진단 등에 널리 이용되고 있다[1]. PET의 임상적 적용이

광범위해짐으로써 뇌종양이 우연히 발견되는 경우가 있다. 이 중 신경학적 증상이나 내분비학적 증상이 없이 영상검사를 통하여 우연히 발견된 터키안 종괴를 뇌하수체 우연종이라 하는데[2], 최근 몇몇 국외 문헌에서 다른 목적으로 시행된 PET에서 우연히 발견된 뇌하수체 선종들이 보고되었다[3,4]. 국내에서는 2008년 Lee 등[5]이 MALT 림프종 환자의 추적관찰 중 시행한 PET에서 우연히 발견된 뇌하수체 선종을 보고하였으며, 2009년 Song 등[6]은 림프종의 병기 설정을 위해 시행한 PET에서 우연히 발견된 뇌하수체 선종 단일 예를 보고하였다. 그러나 PET에서 우연히 발견되는 뇌하수체 종양 여러 예의 특성에 대한 국내 연구는 아직까지 없어 저자 등은 최근 8년간 PET에서 우연히 발견된 뇌하수체 종양 16예의 임상적 특징을 분석하였다.

Received: 8 July 2010, Accepted: 8 October 2010

Corresponding author: Ka Hee Yi

Department of Internal Medicine, Korea Cancer Center Hospital, Korea Institute of Radiological & Medical Sciences, 215-4 Gongneung-dong, Nowon-gu, Seoul 139-240, Korea

Tel: +82-2-970-1211, Fax: +82-2-970-2402, E-mail: khyi@kcch.re.kr

대상 및 방법

2002년 1월부터 2009년 9월까지 원자력병원에서 시행된 35,505명의 PET중 뇌하수체에 Fluorodeoxyglucose (FDG) 섭취의 증가가 우연히 발견된 16예를 대상으로 하였다. 총 35,505명 중 1,881명은 건강검진 목적으로 PET을 시행하였고, 33,624명은 악성종양의 병기 결정 및 치료 후 경과 관찰을 위하여 시행되었다. 환자들에게 사용된 PET-CT의 기종은 GE Discovery Light speed (GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA)이며, 35,505명 모두 skull base에서 upper thigh 까지의 영상(Torso)을 획득하였고, 스캔 범위에 뇌하수체가 포함되었다(Fig. 1). 이들의 병력, 신체검사소견, 영상학적 검사, 혈청학적 검사, 내분비학적 검사 및 병리소견 등은 의무기록 검색을 통하여 후향적으로 분석하였다. 본 연구에서의 뇌하수체 우연종은 다른 질환에 대한 검사 목적으로 시행한 PET에서 우연히 발견된 종괴로, 환자들은 이에 연관된 증상을 호소하지 않는 경우로 정의하였다. 통계 처리는 SPSS 12.0 버전을 이용하였으며, P value 0.05 미만을 통계적

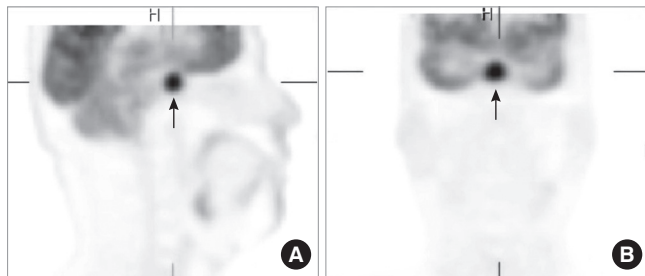


Fig. 1. Midline sagittal section (A) and coronal section (B) of <sup>18</sup>F-FDG-PET. Focal FDG uptake at the pituitary gland (arrow).

Table 1. Characteristics of patients with pituitary incidentaloma in PET-CT

Patient		Underlying disease	SUV	Tumor size (mm)	Hardy grade	Endocrine evaluation	Treatment	Pathologic diagnosis
No	Age/Sex							
1	50/M	Lung ca	19.3	27	IV	W.N.L	-	
2	57/M	Lung ca	5.9	13	III	W.N.L	-	
3	68/M	Lung ca	12.7	17	II	W.N.L	-	
4	75/M	Lung ca	4.2	9	I	W.N.L	-	
5	85/M	Lung ca	-	18	IV	-	-	
6	55/M	Colon ca	20.1	23	IV	W.N.L	-	
7	63/M	Colon ca	16.4	-	-	-	-	
8	56/F	Stomach ca	8	11	II	W.N.L	TSA	Adenoma
9	74/F	Stomach ca	2.4	-	-	W.N.L	-	
10	49/F	Breast ca	6.2	20	IV	W.N.L	TSA	Adenoma
11	70/F	Breast ca	4.3	-	-	-	-	
12	67/M	Larynx ca	18	25	IV	W.N.L	TSA	Adenoma
13	84/M	Pharynx ca	-	15	II	-	-	
14	49/M	Thyroid ca	19.5	19	IV	W.N.L	TSA	Adenoma
15	50/F	Endometrial ca	4.1	-	-	-	-	
16	60/M	MUO	6.7	-	-	-	-	

ca, cancer; MUO, malignancy of unknown origin; SUV, standardized uptake value; TSA, transsphenoidal approach; W.N.L, within normal limit.

으로 유의하다고 판단하였다. 성별에 따른 SUV 값의 차이는 Mann-Whitney 검정을, 뇌하수체 종양의 Hardy type에 따른 SUV 값의 차이는 Kruskal-Wallis 검정을 통해 분석하였다. 연령 및 종양의 크기와 같은 연속형 변수는 SUV 값과 상관분석을 하였다.

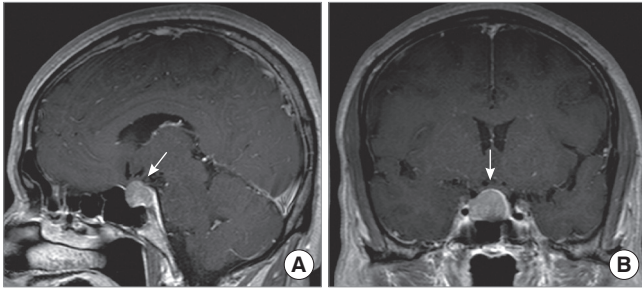
결 과

1. 일반적 특징

2002년 1월부터 2009년 9월까지 원자력병원에서 시행된 35,505명의 PET중 뇌하수체에 FDG섭취의 증가가 우연히 발견된 환자는 총 16명(0.045%)이었다. 발견 당시 환자들의 평균 연령은 63.3 ± 12.0세 (49-85세)였으며, 남녀 비는 2.2:1 (남자 11예, 여자 5예)이었다. 환자들은 모두 악성종양을 기저질환으로 가지고 있었으며, 폐암 5명, 대장암 2명, 위암 2명, 유방암 2명, 두경부암 2명, 갑상선암 1명, 자궁내막암 1명, 원발 부위를 알 수 없는 암종이 1명이었다. 16명 모두 뇌하수체 종양과 관련된 증상이 없이 기저질환의 평가를 위하여 PET을 시행하였으며, 우연히 뇌하수체 부위에 FDG 섭취의 증가가 확인되었다. 이들의 특성에 대해 Table 1에 요약하였다.

2. 영상학적 검사

PET검사에서 측정이 안 된 2명을 제외한 14예의 뇌하수체 부위 표준화 섭취계수(standardized uptake value, SUV)의 평균 값은 10.6 ± 6.7이었으며, 최고 20.1에서 최저 4.1까지 나타내었다. PET 시행 후 16명 중 10명은 뇌 자기공명영상(brain MRD)을 시행하였고 (Fig. 2), 1명은 뇌 컴퓨터단층촬영(brain CT)을 시행하여 뇌하수체



**Fig. 2.** Midline sagittal (A) and coronal (B) image of gadolinium-enhanced T1 weighted MRI. 19 × 17 × 15 mm heterogeneously enhanced mass involving pituitary gland (arrow).

병변의 크기 및 형태를 확인하였다. 나머지 5명은 악성종양으로 인한 짧은 기대수명이 예측되어 추가적인 영상검사는 시행되지 않았다. 검사결과 11예의 평균 크기는 17.9 ± 5.7 mm (9-27 mm)로 9 mm로 확인된 1명(Case 4)을 제외하고는 모두 10 mm 이상이었으며, Hardy classification [7]으로 분류한 tumor morphologic evaluation 결과 grade IV가 6명, grade III가 1명, grade II가 3명, grade I이 1명이었다.

**3. 내분비학적 검사**

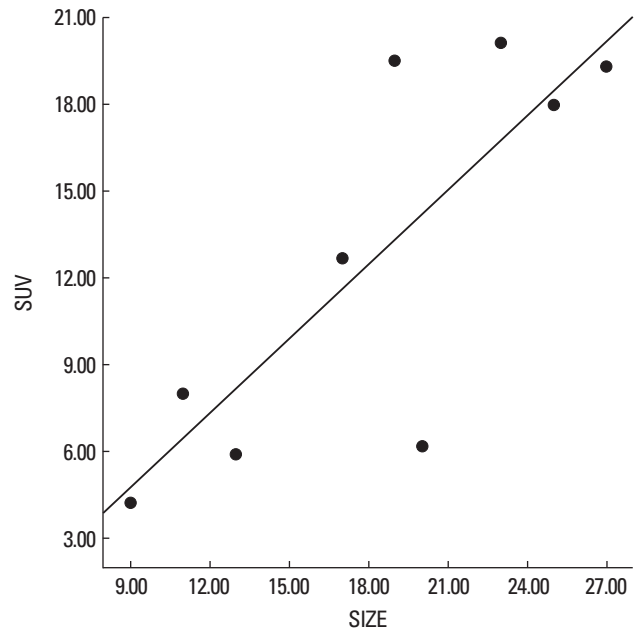
16명 중 10명의 환자들에서 뇌하수체 호르몬 검사를 시행하였다. 측정된 호르몬은 혈중의 프로락틴(Prolactin), 부신피질자극호르몬(ACTH), 코티솔(Cortisol), 난포자극호르몬(FSH), 황체형성호르몬(LH), 유리싸이로신(free T4), 갑상선자극호르몬(TSH), 성장호르몬(GH)의 기저치(Basal level)와 인슐린양 성장인자(IGF-1)였으며, 모두 정상 소견을 보여 비기능성 뇌하수체 종양으로 판단하였다.

**4. 병리 소견**

뇌하수체 종양의 크기가 10 mm 이상이었던 10명의 환자들 중 환자가 수술을 거부한 경우와 악성종양으로 인해 기대수명이 3개월 미만으로 예상되어 수술을 권유하지 않았던 6명을 제외한 4명이 경접형동접근법(transsphenoidal approach, TSA)으로 종양 제거수술을 받았으며(Case 8, Case 10, Case 12, Case 14), 수술 후 방사선, 약물투여 등의 추가적인 치료는 시행되지 않았다. 병리 결과상 4명 모두 뇌하수체 선종으로 진단되었으며 추가적인 면역염색은 시행되지 않았다.

**5. 통계 분석**

뇌하수체 종양의 PET에서의 SUV와 여러 변수들 간의 상관관계를 분석하여 보았다. 성별( $P = 0.38$ )이나 종양의 Hardy grade ( $P = 0.16$ )에 따라 분류한 각 군 간에 SUV의 차이를 발견할 수 없었다. 상관분석 결과 연령은 SUV와 유의한 상관관계를 보이지 않았으나( $P = 0.40$ ), 종양의 크기가 SUV와 통계적으로 유의한 상관관계( $r =$



**Fig. 3.** Graph shows the relationship between the pituitary tumor size and SUV. (Correlation coefficient  $r = 0.809$ ,  $P < 0.01$ ) SUV, standardized uptake value.

0.809,  $P < 0.01$ )를 보여주었다(Fig. 3). 뇌하수체 종양의 호르몬 분비 여부에 따른 SUV의 차이가 궁금하였으나 본 연구에서의 뇌하수체 우연종 환자 16명 모두 비기능성 뇌하수체 종양으로 판단되어 이 분석은 불가능하였다.

**고 찰**

최근 영상의학의 발전 및 임상적 적용의 확대에 따라 우연히 발견되는 뇌하수체 종양의 유병률이 증가하고 있다. 이전에도 뇌하수체 우연종에 대한 몇몇 보고들이 있었는데, 그중 가장 많은 예를 종합한 Molitch 등[8]의 보고에 의하면 총 12,411명의 부검 예들 중 1,408 예(11.3%)에서 뇌하수체에 종양이 발견되었으며, 약 1,000명의 부검 결과를 종합한 Teramoto 등[9]의 연구에서도 약 15%의 빈도로 뇌하수체 우연종이 보고되었다.

뇌하수체 종양의 진단에 가장 널리 이용되는 CT나 MRI를 통해 발견된 뇌하수체 우연종에 대한 보고에 의하면 Wolpert 등[10]이 102명의 여성을 대상으로 시행한 CT에서 11명(10.8%)의 뇌하수체 우연종을 발견하여 적지 않은 비율에서 뇌하수체 종양을 갖고 있는 것으로 나타났으며, Hall 등[11]은 16-80세의 정상 지원자를 대상으로 MRI를 실시하였고, 이 중 약 10%에서 뇌하수체 우연종을 발견하였음을 보고하였다. 국내의 연구에서는 Lee 등[12]이 1992년 1월부터 2006년 8월까지 CT나 MRI를 통해 뇌하수체 종양이 진단된 총 1,310명의 환자를 조사하여 161명(12.3%)을 뇌하수체 우연종으로 보고하였다. 이렇듯 CT나 MRI에서 우연히 뇌하수체 종양이 발견되

는 것은 비교적 흔한 일이다. 반면 PET의 경우 우연히 뇌하수체 종양이 발견되는 경우는 매우 드문 것으로 알려져 있는데, 2002년 Liao 등[3]은 PET을 시행한 1,140명의 환자를 분석한 결과 단 3명 (0.26%)에서 뇌하수체 우연종을 발견하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 0.045%의 발견율을 보여 이전 연구보다 훨씬 더 낮은 빈도를 보였다.

우연히 시행한 검사에서 발견되어야 하는 뇌하수체 우연종의 정의상 증상이 없을 가능성이 높은 비기능성 종양이 기능성 종양에 비하여 상대적으로 많은 부분을 차지하게 된다. 이는 뇌하수체 우연종을 분석한 이전 연구들에서도 나타난다. 2008년 Lee 등[12]이 발표한 뇌하수체 우연종 연구에서는 CT나 MRI를 통해 진단된 161명의 뇌하수체 우연종 환자 중 97명(81%)이 비기능성 뇌하수체 선종이었고 31명은 기능성 뇌하수체 선종(19%)이었다. 이에 반하여 PET을 이용한 본 연구에서는 16명 중 호르몬 검사를 시행한 10명 모두 비기능성 선종이었다. 이처럼 PET에서 CT나 MRI에 비해 기능성 종양이 발견되기 어려운 이유로 Francavilla 등[13]은 호르몬을 분비하는 기능성 뇌하수체 선종이 비기능성 선종에 비해 FDG 섭취가 적다는 점을 제시하기도 하였다. 모두 비기능성이었던 본 연구에서도 뇌하수체 종양의 FDG 섭취 정도를 나타내는 SUV가 평균  $10.6 \pm 6.7$ 로 비교적 높게 나타났다.

뇌하수체 우연종 크기의 경우 이전 서양의 연구들을 보면, 31예의 뇌하수체 우연종을 보고한 Donovan 등[2]의 연구에서 10 mm 이상의 거대선종은 16예(51.6%)였고, 18예를 분석한 Reincke 등[14]의 연구에서는 11예(61.1%)였다. 동양의 보고들을 보면 Sanno 등[15]의 연구에서 경과 관찰한 248명의 뇌하수체 우연종 중 거대선종은 165명(66.5%), 미세선종은 74명(29.8%)으로 보고하였으며, 2008년 Lee 등[12]이 발표한 국내 연구에서는 CT나 MRI를 통해 진단된 161명의 뇌하수체 우연종 환자 중 거대선종은 110명(68.3%), 미세선종은 21명(13.0%)이었다. 반면 PET을 이용한 본 연구에서는 크기가 측정된 11예 중 9 mm로 확인된 1명을 제외한 10명(90.9%)이 10 mm 이상으로 이전 연구들에 비하여 거대선종의 비율이 상대적으로 매우 높았다. 이처럼 다른 영상 검사에 비해 PET에서 뇌하수체 미세선종의 발견이 어려운 이유로 해상도의 한계를 생각할 수 있다. Juweid 등[16]은 크기가 작은 미세종양일수록 PET의 부분용적효과(partial volume effect)로 인해 FDG 섭취가 저평가되어, 뇌하수체 종양이 생리적으로 포도당 대사가 증가되어 있는 주변의 정상 뇌조직과의 구별이 어려워짐을 제시하였다.

본 연구에서 PET에서 나타난 종양의 SUV와 크기의 관계는 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 이는 FDG 섭취에 영향을 미치는 다른 조건들이 유사하여 FDG가 종양 세포 내로 섭취되는 양이 종양의 크기와 비례하였거나, 비교적 작은 크기의 뇌하수체 종양의 FDG 섭취가 PET의 부분용적효과에 의해 저평가되었을 가능성을 생각해 볼 수 있다[17,18].

PET을 이용한 이전의 여러 연구들에서 뇌하수체 종양의 FDG 섭취 정도가 가지는 임상적인 의미를 밝히려고 하였다. Muhr와 Bergstrom [19]의 연구에서는 모든 뇌하수체 선종이 높은 SUV를 나타내었고 이는 정상 뇌조직과 비슷하거나 높은 정도였다. 또한 이 연구에서 뇌하수체 종양의 호르몬 분비 정도와 SUV는 비례하지 않는 것으로 나타났는데, 이는 종양세포의 FDG 섭취가 호르몬의 생산 및 분비량보다는 종양의 성장 능력(growth capability)과 더욱 밀접한 관계가 있기 때문이라고 주장하였다. Francavilla 등[13]의 연구에서도 평균적인 뇌하수체 종양의 FDG 섭취는 주변 정상 뇌 조직보다 30% 정도 높아서 정상 뇌와 종양의 구별은 용이하였으나, FDG 섭취 정도로 분비되는 호르몬의 종류를 구별하기는 어려웠으며, 평균적으로 비기능성 뇌하수체 선종이 호르몬 분비선종보다 FDG 섭취가 높았다. 그 이유로 Francavilla 등[13]은 세 가지 가설을 제시하였는데 이는 첫째, 비기능성 종양의 상대적으로 높은 성장력과 둘째, 종양의 부적절한 호르몬 생성으로 인한 높은 대사 요구량, 그리고 셋째, 종양세포의 대사를 제한할 수 있는 기능성 생산물의 부족이었다.

현재까지 MRI는 종양의 위치 및 형태의 정밀한 분석, 조영증강 양상의 분석을 통한 종양 성상 예측 등이 가능해서 뇌하수체 종양의 진단 및 감별진단에 가장 유용한 영상 검사 방법으로 여겨지고 있다[20]. 그러나 PET가 MRI의 상보적인 검사로 뇌하수체 종양의 진단 및 치료에 도움을 줄 수 있음이 여러 연구에서 제시되고 있다. Bergström 등[21]은 PET가  $^{11}\text{C}$ -methionine,  $^{11}\text{C}$ -deprenyl 등 다양한 리간드(ligand)의 사용을 통하여 뇌하수체 선종과, 뇌수막종(meningioma), 척삭종(chordoma), 신경초종(neurinoma) 등을 구별하는 데 도움을 얻을 수 있음을 제시하였고, Tang 등[22]은 뇌하수체 선종으로 수술받은 33명의 환자들을 대상으로 MRI와  $^{11}\text{C}$ -methionine PET을 시행하여 비교 분석함으로써 치료 후 남아있거나 재발한 뇌하수체 선종의 발견에 PET의 임상적 역할을 제시하였다. 또한 Alzahrani 등[23]은 수술과 양쪽 하추체정맥동 검사(bilateral inferior petrosal sinus sampling)를 통하여 진단된 12명의 쿠싱병 환자를 분석하였는데, MRI에서 음성으로 나타났던 2명의 환자 중 1명은 PET에서 양성으로 나타났음을 보고하였다. 이처럼 PET은 뇌하수체 종양의 진단 및 치료에 있어 MRI의 상보적인 검사로 그 유용성이 점차 증가되고 있다.

PET에서 우연히 발견된 뇌하수체 종양을 분석한 본 연구의 제한점으로는 우연종의 유병률이 0.045%로 매우 낮아 분석 가능 예가 적고, 환자의 기저 질환에 따른 짧은 예상수명으로 인하여 모든 환자에서 영상 및 호르몬 검사가 시행되지 못한 점, 특히 수술을 통해 조직학적으로 확인된 환자가 적었던 점들이 있다.

본 연구를 통해 뇌하수체 종양의 조기 진단과 기능성 종양의 구별 및 조직학적 예측 등에 있어서 PET의 유용성은 찾을 수 없었다. 하지만 PET을 통한 뇌하수체 우연종의 여러 증례에 대한 임상적 고찰은 국내에서는 첫 보고라는 데에서 그 의의를 찾을 수 있겠다. 향



후 PET의 사용이 증가할 것이므로 더 많은 환자들을 대상으로 뇌하수체 우연종에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 요약

**배경:** PET에서 발견되는 뇌하수체 우연종은 매우 드문 경우이다. 이에 저자들은 최근 8년 동안 경험한 PET에서 발견된 뇌하수체 우연종 16예의 임상적 특징을 분석하였다.

**방법:** 2002년 1월부터 2009년 9월까지 병원에서 시행한 35,505명의 PET에서 뇌하수체에 FDG 섭취의 증가가 우연히 발견된 16예를 대상으로 하였다. 이들의 병력, 신체검사소견, 영상학적 검사, 혈청학적 검사, 내분비학적 검사 및 병리소견 등을 의무기록 검색을 통하여 후향적으로 분석하였다.

**결과:** 환자들의 진단 당시 평균 연령은 63.3 ± 12.0세(49-85세)였고, 남녀 비는 2.2:1(남자 11예, 여자 5예)이었으며 기저질환으로는 폐암 5명, 대장암 2명, 위암 2명, 유방암 2명, 두경부암 2명, 갑상선암 1명, 자궁내막암 1명, 원발 부위를 알 수 없는 암종이 1명이었다. 뇌하수체 종양의 SUV 평균 값은 10.6 ± 6.7였으며, 평균 크기는 17.9 ± 5.7 mm (9-27 mm)로, 1예를 제외하고는 모두 10 mm 이상이었다. 종양의 형태는 Hardy classification상 grade IV가 6명, grade III가 1명, grade II가 3명, grade I이 1명이었다. 뇌하수체 호르몬 검사를 시행한 10예 모두 정상소견을 보였으며, 경접형동접근법으로 수술을 시행한 4명은 모두 뇌하수체 선종으로 진단되었다.

**결론:** PET에서 우연히 발견된 뇌하수체 종양 16예의 임상적 특징을 관찰하였으며, 뇌하수체 종양의 조기 진단과 기능성 종양의 구별 및 조직학적 예측 등에 있어서 PET의 유용성은 찾을 수 없었다. 하지만 PET에서 발견된 뇌하수체 우연종의 여러 증례에 대한 임상적 고찰은 국내에서는 첫 보고라는 데 의의가 있다.

## 참고문헌

- Kim DY: The application of PET-CT in oncology. *J Kyung Hee Univ Med Cent* 21:10-19, 2005
- Donovan LE, Corenblum B: The natural history of the pituitary incidentaloma. *Arch Intern Med* 155:181-183, 1995
- Liao AC, Wan SC, Tsai F, Chen YK, Shen YY: Incidental pituitary macroadenoma detected in FDG-PET: three cases report. *Ann Nucl Med Sci* 15:211-217, 2002
- Campeau RJ, David O, Dowling AM: Pituitary adenoma detected on FDG positron emission tomography in a patient with mucosa-associated lymphoid tissue lymphoma. *Clin Nucl Med* 28:296-298, 2003
- Lee JH, Han SJ, Park SE, Cho MA, Cheong JW, Yun M, Rhee Y, Lee EJ, Lim SK: Non-functional pituitary adenoma detected on 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography (18F-FDG-PET) in a patient with mucosa-associated lymphoid tissue lymphoma. *J Korean Endocr Soc* 23:137-141, 2008
- Song YM, Lim DJ, Moon SD, Han JH, Han CW, Kim SH: A non-functioning pituitary macroadenoma detected incidentally with PET-CT. *Korean J Med* 76:374-379, 2009
- Wilson CB: A decade of pituitary microsurgery. The Herbert Olivecrona lecture. *J Neurosurg* 61:814-833, 1984
- Molitch ME, Russell EJ: The pituitary "incidentaloma". *Ann Intern Med* 112:925-931, 1990
- Teramoto A, Hirakawa K, Sanno N, Osamura Y: Incidental pituitary lesions in 1,000 unselected autopsy specimens. *Radiology* 193:161-164, 1994
- Wolpert SM, Molitch ME, Goldman JA, Wood JB: Size, shape and appearance of the normal female pituitary gland. *AJR Am J Roentgenol* 143:377-381, 1984
- Hall WA, Luciano MG, Doppman JL, Patronas NJ, Oldfield EH: Pituitary magnetic resonance imaging in normal human volunteers: occult adenomas in the general population. *Ann Intern Med* 120:817-820, 1994
- Lee YJ, Cho SW, Kim SW, Shin CS, Park KS, Cho BY, Lee HK, Kim SY: Characteristics and natural course of pituitary incidentaloma in Korea. *J Korean Endocr Soc* 23:111-116, 2008
- Francavilla TL, Miletich RS, DeMichele D, Patronas NJ, Oldfield EH, Weintraub BD, Di Chiro G: Position emission tomography of pituitary macroadenomas: hormone production and effects of therapies. *Neurosurgery* 28:826-833, 1991
- Reincke M, Allolio B, Saeger W, Menzel J, Winkelmann W: The 'incidentaloma' of the pituitary gland. Is neurosurgery required? *JAMA* 263:2772-2776, 1990
- Sanno N, Oyama K, Tahara S, Teramoto A, Kato Y: A survey of pituitary incidentaloma in Japan. *Eur J Endocrinol* 149:123-127, 2003
- Juweid ME, Cheson BD: Positron-emission tomography and assessment of cancer therapy. *N Engl J Med* 354:496-507, 2006
- Kang KW: Combined PET/CT in oncology. *Korean J Nucl Med* 36:80-86, 2002
- Soret M, Bacharach SL, Buvat I: Partial-volume effect in PET tumor imaging. *J Nucl Med* 48:932-945, 2007
- Muhr C, Bergstrom M: Positron emission tomography applied in the study of pituitary adenomas. *J Endocrinol Invest* 14:509-528, 1991
- Bonneville JF, Bonneville F, Cattin F: Magnetic resonance imaging of pituitary adenomas. *Eur Radiol* 15:543-548, 2005
- Bergström M, Muhr C, Lundberg PO, Långström B: PET as a tool in the clinical evaluation of pituitary adenomas. *J Nucl Med* 32:610-615, 1991
- Tang BN, Levivier M, Heures M, Wikler D, Massager N, Devriendt D, David P, Dumarey N, Corvilain B, Goldman S: 11C-methionine PET for the diagnosis and management of recurrent pituitary adenomas. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 33:169-178, 2006
- Alzahrani AS, Farhat R, Al-Arifi A, Al-Kahtani N, Kanaan I, Abouzied M: The diagnostic value of fused positron emission tomography/computed tomography in the localization of adrenocorticotropin-secreting pituitary adenoma in Cushing's disease. *Pituitary* 12:309-314, 2009