

## 분화갑상선암의 수술 후 국소재발 및 전이에 대한 FDG PET/CT와 초음파의 비교연구<sup>1</sup>

김재환 · 이태현 · 김기환 · 박동희 · 최두환

**목적:** 분화갑상선암의 수술 후 재발 또는 전이의 평가에서 PET/CT와 초음파의 진단적 정확성을 비교하고자 한다.

**대상과 방법:** 분화갑상선암으로 진단을 받고 수술을 받은 후, 추적검사로 PET/CT와 초음파를 동시에 시행한 환자 128명에 대해 분석하였다. PET/CT와 초음파는 3개월 간격 내에 시행되었다. 미세침흡인검사나 수술을 시행하여 병리학적으로 전이 또는 재발을 확인하였다. 각 방법을 통계적으로 계산하고, 두 검사 방법의 진단적 정확도를 평가하였다.

**결과:** 128명의 환자 중 40명에서 수술 또는 미세침흡인검사를 통해 전이 또는 재발을 확인되었다. 31명의 환자에서 초음파와 PET/CT 모두에서 악성으로 판독되었다. PET/CT에서 FDG 흡수가 없거나 많지 않아 재발이 없는 것으로 판독된 8명의 환자는 초음파에서 악성 소견을 보였고, 병리학적으로 악성으로 확인되었다. 한 명의 재발 환자는 PET/CT에서 높은 표준화 섭취 계수로 재발 소견을 보였지만, 초음파에서 병변을 발견할 수 없었다. 초음파의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도, 그리고 정확도는 97%, 85%, 75%, 99%, 그리고 89%였으며, PET/CT는 80%, 82%, 68%, 90%, 그리고 82%이었다. 전반적으로 초음파가 PET/CT에 비해 나은 결과를 보였으나, 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

**결론:** 통계적으로 유의하지는 않으나, 목 초음파는 분화갑상선암의 수술 후 재발이나 전이를 발견하는데 더 유용한 검사법으로 생각된다.

갑상선암은 내분비암 중 가장 흔하며, 유두암, 여포암, 수질암, 미분화암, 역형성암의 네 종류로 나누어진다(1). 이 중 유두암과 여포암이 각각 원발성 갑상선암의 88%와 8%를 차지하고 있으며, 이를 분화갑상선암이라고 한다(2). 분화갑상선암은 예후가 좋은 것으로 알려져 있고, 실제로 90% 이상의 10년 생존율을 보여준다(3-5). 그러나 15-30% 환자는 재발하고, 재발은 대부분 10년 이내에 발생한다(4, 6). 재발한 환자의 경우 수술 등 적극적인 치료를 통해 생존율을 증가시킬 수 있으므로 조기에 재발을 발견하는 것은 환자의 예후에 중요하다.

재발을 발견하기 위해서 신체검사, 갑상선글로불린, I-131 전신스캔, 초음파, 전산화단층 촬영(Computed Tomography, 이하 CT), 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, 이하 MRI), 그리고 양전자방출단층촬영(Positron Emission Tomography, 이하 PET)이 사용된다(7, 8). 분화갑상선암은 보통 갑상선 절제술 및 방사선요오드잔류갑상선제거술 후 갑상

선 억제 요법을 시행하고, 갑상선글로불린과 I-131 전신스캔을 이용하여 추적관찰을 해왔다(4, 8, 9). 하지만, 추적검사에 사용하는 갑상선글로불린과 I-131전신스캔의 경우에는 민감도가 높지 않고, 갑상선글로불린은 민감도가 전신스캔보다는 높지만, 재발한 위치를 국소화하지 못한다는 점에서 그 유용성이 제한되고 있다(10-14).

대부분의 악성종양이 포도당 대사의 증가세를 보인다는 근거하에 PET가 개발되었으며, 정확한 위치 결정이 힘든 단점을 보완하기 위해 PET/CT로 발전하였다. 최근에는 분화갑상선암에서도 재발을 진단하는데 PET/CT를 이용하는 빈도가 증가하고 있다(15-17). 초음파는 수술 후 재발이나 전이를 발견하는 데 높은 민감도를 가지며, 갑상선암 환자에서 일차적인 추적관찰로 이용되어 왔다(8, 11, 12, 14).

우리는 최근 분화갑상선암의 수술 후 추적관찰로 많이 이용되는 PET/CT와 초음파의 진단적 정확도를 비교하고자 하는 것이다.

<sup>1</sup>원자력병원 영상학과

이 논문은 2009년 4월 3일 접수하여 2009년 6월 15일에 채택되었음.

## 대상과 방법

분화갑상선암으로 수술 후 추적 검사로 PET/CT와 초음파를 시행한 128명을 대상으로 하였다. 추적 검사를 시행한 시기는 2007년 8월부터 2009년 1월까지로 PET/CT와 초음파의 검사 간격이 3개월을 넘지 않은 환자를 대상으로 하였다. 대상 환자의 임상기록, 초음파 판독 소견, PET/CT 영상 판독소견, 그리고 조직학적 결과를 조사하였다.

환자들의 연령은 평균 50세(20세-80세,  $50 \pm 14$ )였고, 여자가 105명, 남자가 23명이었다. 원발암은 유두암이 123명이고, 여포암이 5명이었다. 109명의 환자에서 갑상선 전 절제술을 시행하였고, 19명의 환자에서 부분절제술을 시행하였다. 96명에서는 추가로 방사선요오드잔류갑상선제거술을 시행하였다.

PET/CT는 Discovery LS GE PET/CT scanner (General Electric Medical Systems, Waukesha, WI, USA)를 이용하여 전신영상을 얻었다. 모든 환자는 영상 촬영 전 최소한 6시간 이상을 금식하고, FDG 370MBq를 정맥 내로 주입하고 나서, 50분 후에 영상획득을 시작하였다. 영상은 2D 방식으로 두개골 기저에서 대퇴부 중반까지 5, 6 프레임을

얻었다. CT 영상을 먼저 얻고 한 프레임 당 6분 정도씩 방출영상을 얻었다. CT 영상으로 감쇄 보정을 하였고, 배열된 부분 집합 기댓값 최대화 알고리즘(Ordered subset expectation maximization algorithm: 2 iteration, 16 subsets) 방식으로 재구성하였다. PET/CT는 핵의학과 전문의가 판독하였다.

초음파는 Aloka  $\alpha$ -10 (Aloka, Tokyo, Japan)으로 5-13 MHz의 선형 탐촉자를 이용하여 시행하였고, 영상의학과 전문의가 판독하였다. 의심되는 병변에 대하여 환자로부터 동의서를 받은 후 22-gauge 세침을 사용하여 초음파유도미세침흡인 세포검사를 시행하였다.

PET/CT 영상에서는 모든 병변에 대해 표준화 섭취 계수(Standardized uptake value, SUV)가 계산되었고, 병변의 표준화 섭취 계수가 3이상이거나, 표준화 섭취 계수가 3이하더라도 비정상적인 흡수를 보이는 경우는 재발 또는 전이로 판독하였다.

초음파에서는 국소 병변의 가장자리가 불규칙한 톱니 모양을 보이거나, 좌우 길이보다 앞뒤 길이가 더 긴 경우, 또는 미세석회화가 동반된 경우를 재발 또는 전이로 판독하였다. 림프절은 림프절 최소지름의 증가, 세로지름/가로지름 비율의 감소(1.5미만), 중심괴사, 림프절문의 높은 에코 소실, 림프절 에

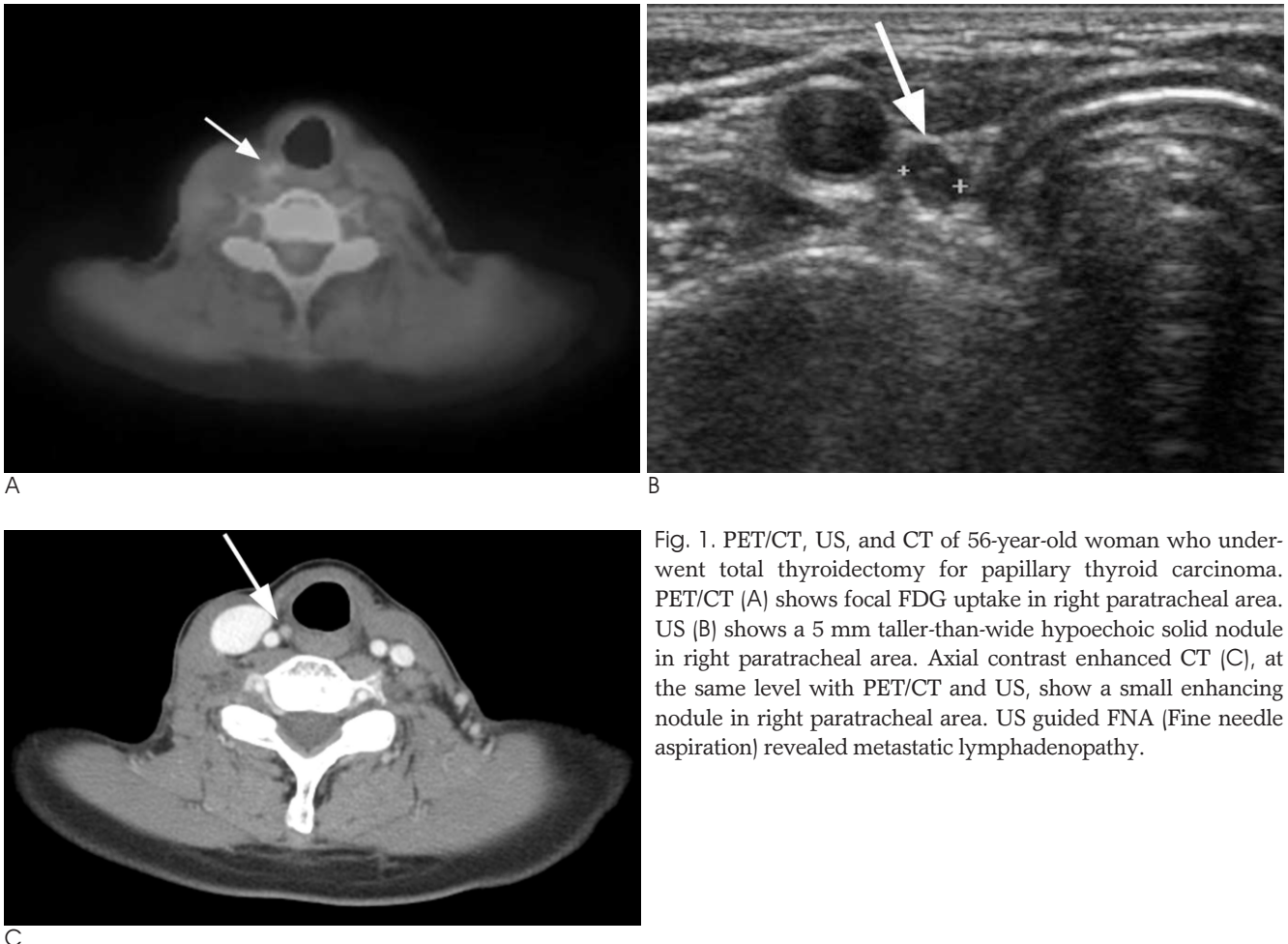


Fig. 1. PET/CT, US, and CT of 56-year-old woman who underwent total thyroidectomy for papillary thyroid carcinoma. PET/CT (A) shows focal FDG uptake in right paratracheal area. US (B) shows a 5 mm taller-than-wide hypoechoic solid nodule in right paratracheal area. Axial contrast enhanced CT (C), at the same level with PET/CT and US, show a small enhancing nodule in right paratracheal area. US guided FNA (Fine needle aspiration) revealed metastatic lymphadenopathy.

코의 증가, 낭성 변화 그리고 석회화가 있으면 전이 또는 재발로 판독하였다.

PET/CT와 초음파에서 재발이나 전이로 판독된 병변은 미세침흡인검사나 수술을 시행하여, 병리학적으로 재발 또는 전이를 확인하였고, 초음파, PET/CT, 임상소견 등을 종합하여 전이나 재발을 의심할만한 소견이 없는 경우 전이나 재발이 없는 것으로 판단하였다.

PET/CT와 초음파에 대하여 민감도, 특이도, 양성 예측도, 음성 예측도, 그리고 정확도를 계산하였다. PET/CT와 초음파의 진단적 정확성을 통계용 소프트웨어 SPSS (Chicago, Ill, Statistical Package for Social Sciences 15.0 for windows)를 이용하여 McNemar Test로 비교 검증하였다.

## 결 과

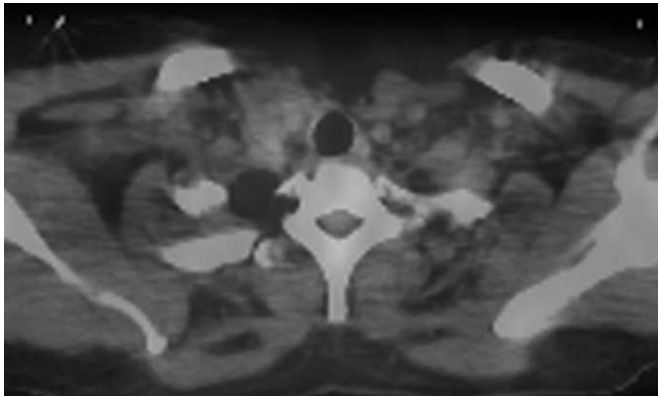
분화갑상선암으로 치료를 받고 나서 추적검사를 하는 환자 중 PET/CT와 초음파를 3개월 내에 함께 시행 받은 환자는 총 128명이었다. 전체 128명의 환자 중에 40명에서 전이 또는 재발이 있었다. PET/CT에서는 47명 환자에서 재발 또는 전이

로 판독되었으며, 이 중 32명에서 재발 또는 전이로 확진되었다. 초음파에서는 52명의 환자에서 재발 또는 전이로 판독되었고, 39명이 재발 또는 전이로 확진되었다.

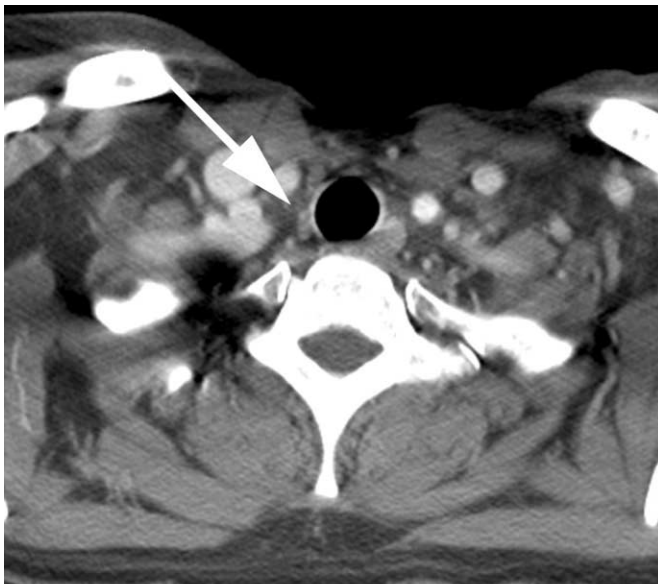
초음파에서 재발 또는 전이로 판독된 52명에서 48명의 환자는 림프절문의 높은 에코가 소실되고, 세로지름/가로지름 비율의 감소(1.5미만)의 소견을 보였으며, 4명의 환자는 낭성 변화와 석회화를 동반한 병변을 가지고 있었다.

재발 또는 전이로 확진된 환자 중 31명은 PET/CT와 초음파에서 모두 악성으로 판독되었고, 수술이나 미세침흡인검사를 시행하여 병리학적으로 확진되었다(Fig. 1).

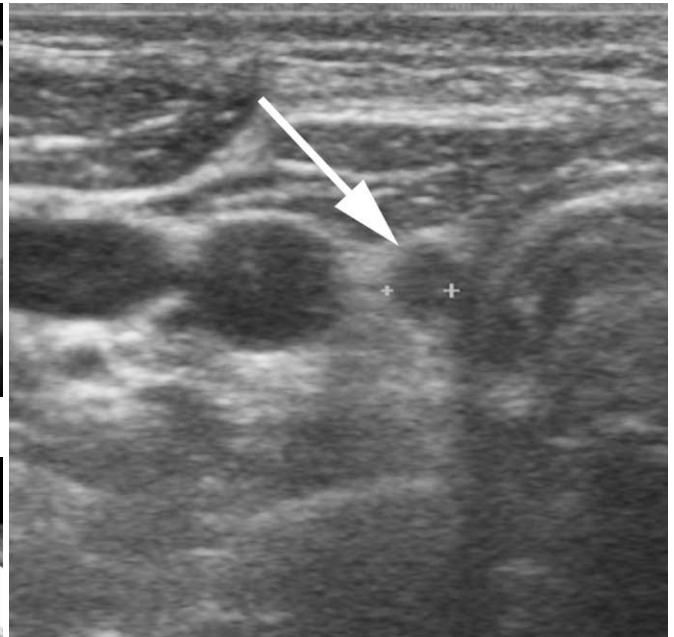
초음파에서 재발 또는 전이로 판독되었으나, PET/CT에서 발견하지 못한 환자는 8명이었다. 초음파상 림프절문의 높은 에코의 소실, 미세석회화의 존재, 또는 좌우 길이보다 앞뒤 길이가 긴 모양으로 악성을 시사하는 소견을 가지고 있었고, 총 11개의 병변으로 주로 level VI에 있는 4-10 mm의 크기였다. 이 중 6명에서는 PET/CT에서 다른 정상조직과 비교해 비정상적인 흡수를 보이지 않아 전이소견이 없는 것으로 판독되었다(Fig. 2). 두 명에서는 PET/CT에서 높은 표준화 섭취 계수가 있었지만, 좌우 대칭적인 흡수를 보여 악성보다는 양성을



A



C



B

Fig. 2. PET/CT, US, and CT of 47-year-old woman who underwent total thyroidectomy for papillary thyroid carcinoma. PET/CT (A) shows no abnormal focal FDG uptake in right paratracheal area. US (B) shows a 3 mm taller-than-wide hypoechoic nodule in right paratracheal area. Axial contrast enhanced CT (C), at the same level with PET/CT and US, shows a small nodule in right paratracheal area. US guided FNA revealed metastatic lymphadenopathy.

시사하는 것으로 판독되었다.

PET/CT에서 재발 또는 전이가 의심되었으나, 초음파에서 발견하지 못한 환자는 한 명이었다. 이 환자는 갑상선 암으로 갑상선 전 절제술을 시행 받은 후, 림프절 전이로 경부확청수술을 시행 받았다. 추적 검사 중 PET/CT에서 표준화 섭취 계수가 6인 과대사성 병변이 있었으나, 이전 수술로 인한 목의 섬유화와 병변의 위치가 깊어서 초음파로 병변을 발견하지 못했다. CT를 시행하여 병변을 발견할 수 있었고, 수술을 시행하여 전이로 확진되었다(Fig. 3).

위양성을 보인 경우는 PET/CT에서 15명, 초음파에서 13명의 환자가 있었다. PET/CT에서 위양성을 보인 경우는 표준화 섭취 계수가 2-4정도인 림프절로 PET/CT상 악성으로 판독되었고, 초음파에서 양성으로 판독하였고, 필요한 경우 미세침흡인검사를 시행하였다. 13명은 초음파에서 위양성을 보인 경우로 1명의 환자는 내부에 석회화를 가진 병변이 있었고, 12명은 림프절문의 높은 에코 소실과 세로지름/가로지름의 비율의 감소(1.5미만)의 소견을 보였다.

PET/CT와 초음파 모두에서 악성으로 판독한 환자는 5명이었고, 미세침흡인검사를 시행하여 양성 병변으로 확진되었다. 5명의 환자 모두에서 갑상선글로불린이 0.7 이하로 특별한 치료 없이 추적검사를 하였다.

초음파유도하미세침흡인검사나 수술을 시행하여 병리결과상 재발 또는 전이로 확진된 40명 환자의 57개 병변에 대하여 위치와 크기를 분석하였다. 57개의 병변 중 29개의 병변이 level VI에 있었고, 내경정맥군(level II, III, IV)에 24개의 병변이 있었다. 크기는 3 mm부터 20 mm까지 있었고, 평균 크기는 7.8 mm였다.

PET/CT의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성 예측도 및 정확도는 80.0%, 82.9%, 68.0%, 90.1% 그리고 82.0%였고, 초음파의 민감도, 특이도, 양성예측도 및 음성 예측도는 97.5%, 85.2%, 75.0%, 98.6% 그리고 89%였다(Table 1). 전반적으로 초음파 검사가 PET/CT에 비해 나은 결과를 보였

으나, 유의한 차이는 보이지 않았다.

McNemar test를 사용하여 두 검사의 진단적 정확도를 비교한 결과,  $p$ -value 0.424로 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다.

## 고 찰

분화갑상선암의 치료 후 추적검사의 방법으로 갑상선글로불린과 I-131 전신 스캔이 전통적으로 사용되었고, 현재도 사용되고 있다(4).

그러나 분화갑상선암에서 재발 혹은 전이의 20%까지는 갑상선글로불린만으로는 발견하지 못할 수 있다. 종양이 작은 경우, 혈청에 항갑상선글로불린 항체(anti-Tg antibody)가 있는 경우, 드물지만 종양세포에서 갑상선 글로불린을 생산하거나 분비하는 능력이 떨어지는 경우, 매우 작은 크기의 목림프절전이만 있는 경우, 분화도가 낮은 갑상선 암은 위양성을 보일 수 있다(7, 18-20). 게다가 증가한 혈청 갑상선글로불린만으로 재발 부위를 국소화할 수 없다는 단점이 있다.

I-131 전신스캔은 진단 특이도는 96-100%로 높으나, 민감도는 45-75%로 매우 떨어져 그 사용이 매우 제한적이다(16).

갑상선글로불린과, I-131 전신스캔과 달리 초음파와 PET/CT는 그 민감도와 특이도가 높다는 것이 보고되고 있고, 재발이나 전이 부위를 국소화할 수 있다는 장점이 있어서, 수술 후 추적 검사나 국소전이 의심되는 환자에서 사용이 증가하고 있다(8).

PET는 갑상선암의 분화 정도에 따라서 다양한 정도의 FDG ( $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose) 흡수를 보이며, 분화갑상선암이 FDG 흡수가 더 적은 경향이 있다(21). 이는 FDG의 흡수와 요오드의 농축 사이에 반대의 관계를 하고 있기 때문이다. 그래서 재발이나 전이가 의심되는 환자의 I-131 전신스캔에서 요오드 섭취가 없는 경우, FDG흡수는 높을 것으로 보여 재발이나 전이를 발견하는데 PET가 유용할 것으로 보인다

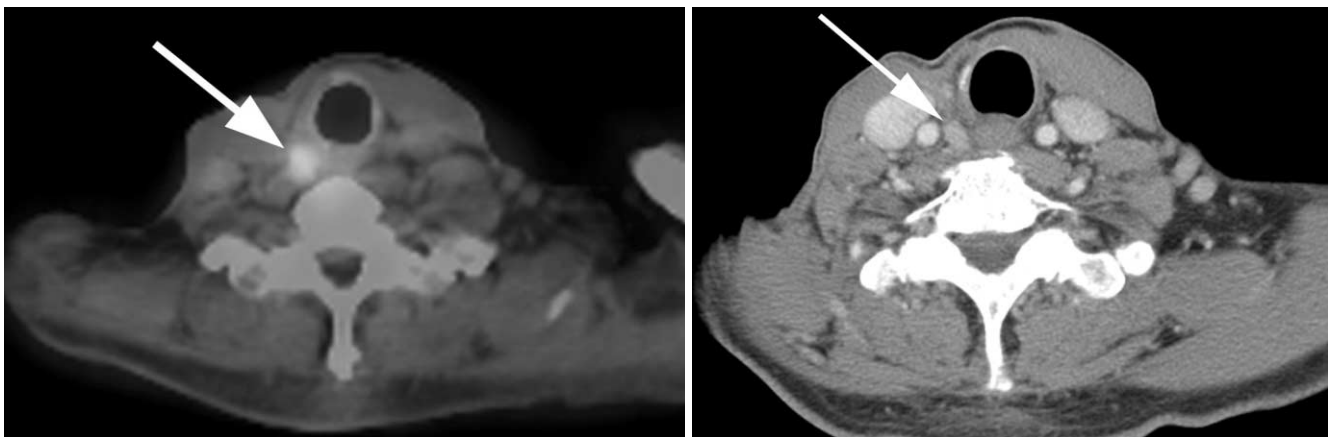


Fig. 3. PET/CT, US, and CT of 66-year-old man who underwent total thyroidectomy and neck dissection for papillary thyroid carcinoma. PET/CT (A) shows intense focal FDG uptake in right paratracheal area. Axial contrast enhanced CT (B), at the same level of PET/CT, show small enhancing nodule in right paratracheal area. US shows no abnormal lesion in right paratracheal area. Patient underwent operation, and the lesion was confirmed as metastasis.



Table 1. Comparisons and Statistical Values of FDG PET/CT and US

		Pathologically or Clinically Confirmed			Total	
		Positive	Negative			
PET/CT	Positive	32	15		128	
	Negative	8	73			
US	Positive	39	13		128	
	Negative	1	75			
	Sensitivity (%)	Specificity (%)	PPV (%)	NPV (%)	Accuracy (%)	p-value
PET/CT	80.0	82.9	68.0	90.1	81.6	0.424
US	97.5	85.2	75.0	98.6	89.0	

PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value

(8). PET/CT는 기존 PET 영상에 CT 영상을 더하여 좀 더 정확한 해부학적 위치에 대한 정보를 제공해 준다. PET나 PET/CT가 갑상선암의 치료 후 I-131 전신스캔 결과 음성인 면서, 갑상선 글로불린의 증가가 있는 환자에서 재발이나 전이의 발견에 유용할 것으로 보이고, PET나 PET/CT의 민감도와 특이도는 66-94%, 90-100%로 보고되었다(15-17). 본 연구에서도 80%의 민감도와 82%의 특이도를 보이고 있으며 민감도에서는 이전의 연구들과 크게 차이를 보이지 않았지만, 특이도가 다소 낮았다. 재발이나 전이로 확진된 환자 중 6명은 FDG 흡수가 없어 PET/CT가 진단적 역할을 하지 못하였지만, 한 예에서 초음파에서 발견하기 어려운 위치에 있던 재발을 PET/CT로 찾아낼 수 있어 도움이 되었다.

PET/CT에서 악성을 시사하는 표준화 섭취 계수의 기준을 3으로 하였지만, 실제 판독은 표준화 섭취 계수보다는 주위 조직과의 흡수 정도를 비교하거나 좌우를 비교하여서 판단함으로써, 실제 판독자의 주관에 따라 판독 결과가 달라질 수 있다. 특히 2-4정도의 표준화 섭취 계수를 보이는 병변은 악성과 양성을 감별하기가 어려워 위양성이나 위음성이 발생하였다. 악성을 시사하는 PET/CT 소견에 대해서 좀 더 연구가 필요할 것이다. PET/CT에서 표준화 섭취 계수가 아주 높아 주위 조직에 비해 현저한 FDG흡수를 보이는 경우 악성으로 판단할 수 있으나, FDG흡수가 명확하지 않은 병변들은 CT나 초음파가 추가로 필요하고, 동시에 미세침흡인검사를 같이 시행하는 것이 필요하다.

분화갑상선암의 재발이나 전이의 33%는 10 mm 이하이고, 약 60%는 목의 중심구획에 국한되어 있으면서 깊은 위치에 있어서, 임상적으로 신체검사나 갑상선글로불린, 전신스캔에서 발견하기는 어렵다(14). 현재 초음파 기술의 발전으로 인해, 갑상선적출부위에 있는 최대 직경 3 mm 이하의 작은 병변까지 발견할 수 있게 되고, 전보다 더 작은 병변에서 초음파 유도하미세침흡인검사가 가능하게 되었다(22). 본 연구의 결과도 미세침흡인검사로 확진된 전이나 재발의 위치가 대부분 중심구획이면서 평균 7 mm로 크기가 작았다. 그리고 중심구획뿐 아니라 위쪽내경정맥군을 포함하여 쇄골위부위의 병변까지 전반적인 목을 검사할 수 있었다. 보고된 문헌에 의하면, 갑상선 암 환자의 수술 후 추적검사서 초음파의 민감도와 특이

도는 각각 92-100%, 83-95.3%로 보고되고 있다(14, 23-25). 대체로 민감도가 PET/CT에 비해서는 높게 나왔다. 본 연구에서도 95%의 민감도와, 85%의 특이도를 보이고 있어 이전 논문들과 큰 차이를 보이지 않았다. PET/CT와 비교해서도 통계적으로 유의하지는 않았지만 높은 민감도와 특이도를 보이고 있었다. PET/CT와 달리 초음파에서 악성소견의 병변과 PET/CT에서 의심되는 병변에 대한 미세침흡인검사를 시행하여 이를 통한 병리학적 확진이 가능하다는 장점이 있다. 그리고 전이로 확진된 후 수술을 하는 경우 초음파를 통해 피부에 표지를 함으로써 수술 시 도움을 줄 수 있다. 그러나 초음파를 시행하는 의사의 숙련 정도에 따라 작은 병변을 찾아내는 정도나 악성의 평가 정도가 차이가 있을 수 있을 수 있다.

본 연구에서 PET/CT와 초음파 모두 당시 판독 소견을 근거로 하였고, 후향적으로 PET/CT와 초음파 소견을 다시 검토하여 분석하지는 않았다. 그래서 이전 PET/CT나 초음파에서 전이나 재발을 시사하는 소견이 있었으나 당시 무시되거나 놓쳐진 병변이 있을 수 있고, 이에 따라 민감도나 특이도가 달라질 수 있을 것으로 생각한다. 그리고 초음파나 PET/CT에서 의심되는 병변에 한하여 미세침흡인검사를 시행하였다. 경부임파선의 미세침흡인검사의 정확도가 91%, 95%로 높게 보고되어 있지만(26, 27), 약 18%의 잠복 전이를 놓칠 수 있다(28). 그래서 본 연구에서 미세침흡인검사서 양성으로 확진된 병변이라도, 전이의 가능성이 있을 수 있다. 본 연구에서 갑상선글로불린검사는 대부분 환자에서 시행되었지만, 갑상선자극호르몬-자극 갑상선글로불린 검사가 아니므로 민감도, 특이도가 매우 낮아 진단적 가치가 높지는 않았다. 그래서 갑상선글로불린과 PET/CT 또는 초음파와의 관계에 대해서는 비교하지 않았다.

초음파가 PET/CT와 비교하여 통계적으로 의미 있게 차이를 보이지는 않았지만 대체로 높은 민감도, 특이도, 정확도를 보여주고 있다. 하지만, PET/CT에서 의심되는 작은 병변에 대해서는 초음파가 추가로 필요하였고, 동시에 미세침흡인검사를 시행한 경우가 많았다. 통계적인 차이는 없었지만, 초음파가 가지는 장점을 생각한다면 PET/CT보다는 초음파가 좀 더 효과적인 검사로 생각한다.

결론적으로 분화갑상선암의 추적검사로 사용될 시 초음파가

PET보다는 더 많은 장점을 가지고 있으므로, 초음파 단독으로도 갑상선 환자 수술 후, 일차적 추적검사에 이용 시 전이나 재발을 발견하는 데 충분히 가치가 있을 것으로 생각한다. 하지만, 목 초음파로는 전신적인 전이 여부를 확인하기 어렵고, 초음파로 보기 어려운 위치가 존재하므로, 재발 암이 의심되는 환자에서는 제한적으로 PET/CT를 시행해보는 것이 도움이 될 것으로 생각한다. 그리고 수술 후 정기적으로 추적검사 하는 환자에게서도 초음파의 단점을 보완하는 의미로 초음파 추적 검사하는 중간에 추가적으로 PET/CT를 시행함으로써 좀 더 완벽하게 재발 여부를 정확히 찾아낼 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- Hedinger C, Williams ED, Sobin LH. The WHO histological classification of thyroid tumors: a commentary on the second edition. *Cancer* 1989;63:908-911
- Davies L, Welch HG. Increasing incidence of thyroid cancer in the united states, 1973-2002. *JAMA* 2006;295:2164-2167
- Hundahl SA, Fleming ID, Fremgen AM, Menck HR. A national cancer data base report on 53,856 cases of thyroid carcinoma treated in the U.S., 1985-1995. *Cancer* 1998;83:2638-2648
- Mazzaferri EL, Jhiang SM. Long-term impact of initial surgical and medical therapy on papillary and follicular thyroid cancer. *Am J Med* 1994;97:418-428
- DeGroot LJ, Kaplan EL, McCormick M, Straus FH. Natural history, treatment, and course of papillary thyroid carcinoma. *J Clin Endocrinol Metab* 1990;71:414-424
- Hay ID, Thompson GB, Grant CS, Bergstralh EJ, Dvorak CE, Gorman CA, et al. Papillary thyroid carcinoma managed at the mayo clinic during six decades (1940-1999): temporal trends in initial therapy and long-term outcome in 2444 consecutively treated patients. *World J Surg* 2002;26:879-885
- Cooper DS, Doherty GM, Haugen BR, Kloos RT, Lee SL, Mandel SJ, et al. Management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 2006;16:109-142
- Johnson NA, Tublin ME. Postoperative surveillance of differentiated thyroid carcinoma: rationale, techniques, and controversies. *Radiology* 2008;249:429-444
- Schlumberger MJ. Papillary and follicular thyroid carcinoma. *N Engl J Med* 1998;338:297-306
- Robbins RJ, Chon JT, Fleisher M, Larson SM, Tuttle RM. Is the serum thyroglobulin response to recombinant human thyrotropin sufficient, by itself, to monitor for residual thyroid carcinoma? *J Clin Endocrinol Metab* 2002;87:3242-3247
- Torlontano M, Crocetti U, D'Aloiso L, Bonfitto N, Di Giorgio A, Modoni S, et al. Serum thyroglobulin and 131I whole body scan after recombinant human TSH stimulation in the follow-up of low-risk patients with differentiated thyroid cancer. *Eur J Endocrinol* 2003;148:19-24
- Pacini F, Molinaro E, Castagna MG, Agate L, Elisei R, Ceccarelli C, et al. Recombinant human thyrotropin-stimulated serum thyroglobulin combined with neck ultrasonography has the highest sensitivity in monitoring differentiated thyroid carcinoma. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88:3668-3673
- Klutmann S, Jenicke L, Geiss-Tonshoff M, Bohuslavizki KH, Mester J, Clausen M. Prevalence of iodine- and thyroglobulin-negative findings in differentiated thyroid cancer. A retrospective analysis of patients treated from 1951 to 1998 in university hospital. *Nuklearmedizin* 2001;40:143-147
- Frasoldati A, Pesenti M, Gallo M, Caroggio A, Salvo D, Valcavi R. Diagnosis of neck recurrences in patients with differentiated thyroid carcinoma. *Cancer* 2003;97:90-96
- Feine U, Lietzenmayer R, Hanke JP, Held J, Wohrle H, Muller-Schauenburg W. Fluorine-18-FDG and iodine-131-iodide uptake in thyroid cancer. *J Nucl Med* 1996;37:1468-1472
- Lind P, Kohlfurst S. Respective roles of thyroglobulin, radioiodine imaging, and positron emission tomography in the assessment of thyroid cancer. *Semin Nucl Med* 2006;36:194-205
- Nahas Z, Goldenberg D, Fakhry C, Ewertz M, Zeiger M, Ladenson PW, et al. The role of positron emission tomography/computed tomography in the management of recurrent papillary thyroid carcinoma. *Laryngoscope* 2005;115:237-243
- Pacini F, Schlumberger M, Dralle H, Elisei R, Smit JW, Wiersinga W, et al. European consensus for the management of patients with differentiated thyroid carcinoma of the follicular epithelium. *Eur J Endocrinol* 2006;154:787-803
- David A, Blotta A, Rossi R, Zatelli MC, Bondanelli M, Roti E, et al. Clinical value of different responses of serum thyroglobulin to recombinant human thyrotropin in the follow-up of patients with differentiated thyroid carcinoma. *Thyroid* 2005;15:267-273
- Torlontano M, Attard M, Crocetti U, Tumino S, Bruno R, Costante G, et al. Follow-up of low risk patients with papillary thyroid cancer: role of neck ultrasonography in detecting lymph node metastases. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:3402-3407
- 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
- Lee JH, Lee HK, Lee DH, Choi CG, Gong G, Shong YK, et al. Ultrasonographic findings of a newly detected nodule on the thyroid bed in postoperative patients for thyroid carcinoma: correlation with the results of ultrasonography-guided fine-needle aspiration biopsy. *Clin Imaging* 2007;31:109-113
- Simeone JF, Daniels GH, Hall DA, McCarthy K, Kopans DB, Butch RJ, et al. Sonography in the follow-up of 100 patients with thyroid carcinoma. *AJR Am J Roentgenol* 1987;148:45-49
- Frilling A, Gorges R, Tecklenborg K, Gassmann P, Bockhorn M, Clausen M, et al. Value of preoperative diagnostic modalities in patients with recurrent thyroid carcinoma. *Surgery* 2000;128:1067-1074
- do Rosario PW, Fagundes TA, Maia FF, Franco AC, Figueiredo MB, Purisch S. Sonography in the diagnosis of cervical recurrence in patients with differentiated thyroid carcinoma. *J Ultrasound Med* 2004;23:915-20; quiz 921-2
- Boland G, Lee M, Mueller P, Mayo-Smith W, Dawson S, Simeone J. Efficacy of sonographically guided biopsy of thyroid masses and cervical lymph nodes. *AJR Am J Roentgenol* 1993;161:1053-1056
- Knappe M, Louw M, Gregor RT. Ultrasonography-guided fine-needle aspiration for the assessment of cervical metastases. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2000;126:1091-1096
- van den Brekel MW, Reitsma LC, Quak JJ, Smeele LE, van der Linden JC, Snow GB, et al. Sonographically guided aspiration cytology of neck nodes for selection of treatment and follow-up in patients with N0 head and neck cancer. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20:1727-1731

## Comparison of the Use of FDG PET/CT and Ultrasonography for the Diagnosis of Recurrent or Metastatic Disease after Treatment for Differentiated Thyroid Carcinoma<sup>1</sup>

Jae Hwan Kim, M.D., Tae Hyun Lee, M.D., Kie Hwan Kim, M.D.,  
Dong Hee Park, M.D., Du Hwan Choe, M.D.

<sup>1</sup>Department of Radiology, Korea Cancer Center Hospital

**Purpose:** This study was designed to compare the accuracy of the use of PET/CT and ultrasonography (US) for the detection of recurrence or a metastasis after surgical treatment in patients with differentiated thyroid carcinoma.

**Materials and Methods:** A total of 128 patients with differentiated thyroid carcinoma, who had previously undergone a neck operation, were evaluated with the use of PET/CT and US. The two studies were performed within three months of each other. The presence of a metastasis or recurrence was based on histological results. Statistical values for FDG PET/CT and US findings were calculated statistically.

**Results:** Recurrence or a metastasis occurred in 40 of 128 patients. Thirty-one patients had lesions that were detected with the use of both PET/CT and US. Eight patients had lesions that were detected only with US. A lesion in one patient that had a high SUV on PET/CT was not detected by the use of US. The sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive value and negative predictive value for PET/CT were 80%, 82%, 82%, 68% and 90%, respectively. The corresponding values for US were 97%, 85%, 89%, 75% and 99%, respectively. The sensitivity and specificity for US were higher as compared to PET/CT, with no statistically significant difference.

**Conclusion:** To detect recurrent or metastatic disease after surgical treatment in patients with differentiated thyroid carcinoma, US of the neck is a better screening modality as compared to the use of PET/CT.

**Index words :** Thyroid neoplasms  
Recurrence  
Ultrasonography  
Positron emission tomography

Address reprint requests to : Tae Hyun Lee, M.D., Department of Radiology, Korea Cancer Center Hospital  
215-4 Gongneung-dong, Nowon-ku, Seoul 139-706, Korea.  
Tel. 82-2-970-1576 Fax. 82-2-970-2433 E-mail: LTH21c@hotmail.com