

재발유두상갑상선암의 외과적 치료에 있어 FDG-PET의 유용성

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 일반외과, ¹핵의학과, ²내분비내과

정동환 · 류진숙¹ · 문대혁¹ · 송영기² · 안일민² · 홍석준

The Value of FDG-PET in Reoperation of the Recurrent Papillary Thyroid Carcinoma with Elevated Thyroglobulin Levels and Negative I¹³¹ WBS

Dong Hwan Jung, M.D., Jin Sook Ryu, M.D.¹, Dae Hyuk Moon, M.D.¹, Young Kee Shong, M.D.², Il Min Ahn, M.D.² and Suk Joon Hong, M.D.

Purpose: We evaluated the diagnostic accuracy and usefulness of FDG-PET to determine the proper extent of surgery in recurrent papillary thyroid cancer patients with elevated thyroglobulin levels and negative I¹³¹ WBS.

Methods: FDG-PET was performed in 16 recurrent papillary thyroid cancer patients with elevated thyroglobulin levels and negative I¹³¹ WBS. In 9 patients, FDG-PET was performed to localize the recurrent lesions. In 7 patients, the recurrent lesions were initially diagnosed by physical examination or other image studies and the FDG-PET was subsequently performed to detect additional recurrent lesions. All suspected lesions detected by FDG-PET and other studies were explored.

Results: Among the 9 patients in whom FDG-PET was performed to localize the recurrent lesions, the recurrent lesions were detected only by FDG-PET in 4 patients. Among the 7 patients in whom FDG-PET was performed additionally to detect additional recurrent lesions, another recurrent cervical regions were detected by FDG-PET in 2 patients. However, the same lesions were able to be identified by ultrasonography. A total of 26 cervical regions were explored in 16 patients. There were 4 FDG-PET false positive regions and 2 FDG-PET false negative regions. Unnecessary surgery was performed in 4 cervical regions in 4 patients.

Conclusion: FDG-PET was very useful in detecting small early recurrent lesions but was unable to contribute to the detection of additional recurrent cervical regions in the pa-

tients in which the recurrent lesion had already been by physical examination or other studies. Other image studies are necessary to supplement the FDG-PET in false positive or false negative cases. (J Korean Surg Soc 2001;60: 501-505)

Key Words: Recurrent papillary carcinoma, FDG-PET, I¹³¹ whole body scan, thyroglobulin

중심 단어: 재발유두상갑상선암, FDG-PET 방사선요오드스캔, 혈중갑상선 글로블린

Departments of Surgery, ¹Nuclear Medicine, ²Endocrinology University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

서 론

유두상갑상선암 환자의 수술 후 추적관찰에 있어 방사성요오드스캔과 혈청갑상선 글로블린 측정이 전통적으로 가장 유용한 방법으로 시행되어 왔다. 그러나 일부 재발 환자에서 혈청갑상선글로블린 양성이면서 방사성요오드스캔 음성인 경우가 있으며 이러한 경우 재발병소의 국소화를 위해 MIBI스캔 등 다른 전신스캔이 시행되는데 역시 음성인 경우 초음파검사, C-T, MRI 등 통상적인 영상진단에 의존할 수밖에 없다. 이러한 환자에서 근래 FDG-PET가 좋은 대안으로 그 유용성이 인정되고 있다.(1-12)

FDG-PET의 장점은 전신적인 검사가 가능하면서 예민도가 높아 전신적으로 작은 재발병소를 조기에 발견할 수 있는 점이다. 그러나 아직 검사비용이 매우 비싼 점이 문제이고 유두상갑상선암의 재발은 경부의 국소림프절전이 내지는 갑상선구역의 국소재발이 대부분이어서 상당부분 통상적인 영상진단으로도 재발병소의 국소화가 가능하며 수술에 있어 재발한 부분만을 국소절제하지 않고 재발한 구역전체의 림프절 광청이 바람직하므로(13) FDG-PET로 한 경부구역에서 초음파검사, C-T, MRI 등의 통상적인 검사에 의한 것 보다 더 많은 재발병소를 찾을 수 있다 하여도 수술범위에는 차이가 없다. 그러나 더 많은 경부구역에서 재발병소를 찾았을 때는 수술범위가 확대될 수 있으며 따라서 FDG-PET의 유용성을 검토함에 있어 개개의 림

책임저자 : 홍석준, 서울시 송파구 풍납동 388-1
☎ 138-736, 서울중앙병원 일반외과
Tel: 02-2224-3488, Fax: 02-474-9027
E-mail: SJHong2@amc.seoul.kr

접수일 : 2001년 1월 2일, 게재승인일 : 2001년 4월 6일

프절 전이에 대한 진단적 정확도의 검토만으로는 불충분하고 재수술시 수술범위에 미치는 영향에 대하여 검토하는 것이 실제적이라 할 수 있으며 나아가 FDG-PET가 재수술 후의 결과에 미치는 영향도 검토되어야 한다. 또한 FDG-PET만으로 재수술 전 진단에 충분하여 다른 검사를 대체할 수 있는지도 검토할 필요가 있다. 이에 저자들은 이러한 관점에서 FDG-PET의 유용성에 대해 검토하고자 한다.

방 법

유두상갑상선암으로 갑상선전절제 후 방사성요오드치료를 받고 추적관찰 중 혈청갑상선글로블린이 증가하였으나 방사성요오드스캔 음성인 환자 15명과 유두상갑상선암으로 일엽절제 후 추적관찰중 초음파검사에 의해 전이가 발견된 환자 1명 등 총 16명에서 FDG-PET를 시행하였다.

16명 중 9명의 환자에서 혈청갑상선글로블린의 증가 외에는 이학적으로 전이 림프절이 촉진되거나 방사성요오드스캔이나 MIBI 스캔 등에 재발병소가 나타나지 않아 재발병소의 국소화를 위해 FDG-PET를 시행하였으며 FDG-PET 소견을 확인하기 위해 추가로 초음파검사(5예), C-T(2예), MRI(3예)를 시행하였고 1명에서는 추가영상진단을 하지 않았다.

7명의 환자에서는 혈청갑상선글로블린 양성, 방사성요오드스캔 음성이었으나 전이림프절이 촉진되거나(3예), MIBI 스캔에서 재발병소가 발견되거나(2예), 초음파검사상 재발병소가 발견되었지만(2예) 이외의 다른 재발부위 유무를 확인하기 위해 추가로 FDG-PET를 시행하였다.

모든 환자에서 재수술이 시행되었으며 FDG-PET와 그 외의 다른 영상진단에서 발견된 모든 부위를 탐색하여 측정부는 대부분 변형근치경부림프절확청(일측 12명, 양측 2명)을 하였으며 3구역에서는 국소림프절절제가 시행되었다. 중앙경부는 5명에서 탐색되었으며 이중 1명에서는 수술 전 검사상 측정부재발부위만 발견되었으나 수술 시 중앙경부를 탐색하여 재발병소가 발견되었다. 1명에서 상종격동림프절 절제를 하였다. 재수술 후 절제된 림프절은 림프절군 별로 구분하여(상경정맥림프절군 20, 중경정맥림프절군 17, 하경정맥림프절군 17, 척수부신경림프절군 17, 횡경부림프절군 14, 기도측부림프절군 5, 상종격동림프절군 1) 조직검사상의 전이양상과 FDG-PET를 포함한 모든 검사소견과 비교하였으며 FDG-PET의 전이 림프절군에 대한 예민도, 특이도, 양성예측률, 음성예측률을 조사하였다. 또한 절제된 림프절을 경부구역별(측경부 20, 기도측부 5, 상종격동 1)로 구분하여 전이양상과 FDG-PET를 포함한 모든 검사소견과 비교하고 경부구역별 FDG-PET의 예민도와 양성양측률을 조사하였다.

각각의 환자에서 확인된 재발구역과 FDG-PET 및 다른 영상진단의 소견을 비교하여 ① 환자별 재발구역과 FDG-

PET소견의 일치율, ② 추가재발병소를 발견하기 위해 FDG-PET를 시행한 7예에서 추가로 재발구역이 발견된 예, ③ 재발병소를 극소화하기 위해 1차로 FDG-PET를 시행하고 보완적으로 다른 영상진단을 시행한 9예에서 다른 영상진단에서 발견하지 못한 재발병소를 FDG-PET로만 발견된 예를 조사하였다.

환자들은 재수술 후 8예에서 체외방사선치료, 4예에서 방사성요오드 치료를 하였다. 체외방사선치료환자에서는 TSH 억제 상태에서 혈청갑상선글로블린 1.0 ng/ml 이하, 방사성요오드치료환자에서는 TSH 자극상태에서 혈청갑상선글로블린 10 ng/ml 이하일 때 관해된 것으로 간주하여 관해율을 조사하였다.

결 과

절제된 전체 91개의 림프절군 중 전이양성 PET 양성림프절군 35개, 전이양성 PET 음성림프절군 11개, 전이음성 PET 양성림프절군 4개, 전이음성 PET 음성림프절군 41개로 FDG-PET의 전이림프절군에 대한 예민도, 특이도, 양성예측률, 음성예측률은 각각 76%, 91%, 90%, 79%였다. 수술부위를 구역별로 나누었을 때 전체 26구역 중 전이양성 PET 양성 19구역, 전이양성 PET 음성 2구역, 전이음성 PET 양성 4구역, 전이음성 PET 음성 1구역으로 예민도와 양성예측률은 각각 90%, 83%였다. PET 음성인 구역을 수술한 경우는 많지 않아 특이도와 음성예측률은 조사하지 않았다. 의양성과 의음성인 구역이 각각 4구역, 2구역으로 의양성률, 의음성률은 각각 15.4%, 7.7%였다.

환자별로 보았을 때 총 16명 중 재발구역과 PET 소견이 전부 일치한 경우가 11명이었으며 4명의 환자(Table 1 patient No 3, 5, 9, Table 2 patient No 7)에서 4구역(측경부 3, 종격동 1)에서 PET 의양성으로 불필요한 수술이 시행되었고 2명의 환자(Table 1 patient No 8, 9)에서 2구역(측경부 1, 중앙경부 1)에서 PET 의음성이었다. PET 의음성인 2명의 환자 중 1명은 측정부와 중앙경부 재발환자였으며 PET상 측정부 재발만 발견되었으나 수술 시 중앙경부를 탐색하여 재발병소를 발견하였고 다른 1명에서는 측정부 재발병소가 PET로 발견되지 않았으나 C-T상 발견되어 수술로 확인되었다.

혈청갑상선글로블린 양성이면서 이학적 소견상 전이림프절이 촉진되지 않고 스캔음성으로 재발병소를 국소화하기 위해 FDG-PET를 시행한 9명 중 초음파검사, C-T, MRI 등에서 재발병소가 발견되지 않고 FDG-PET에서만 발견된 예가 4예였고, 5예에서는 다른 영상진단에서도 동일한 경부구역의 재발병소가 발견되었다(Table 1).

혈청갑상선글로블린양성, 방사성요오드 스캔음성이나 전이림프절 촉진, MIBI 스캔, 초음파검사 등에 의해 재발병소가 발견되었지만 추가재발구역을 발견하기 위해 FDG-

Table 1. The findings of the FDG-PET, complementary imagings and the pathology in the recurrent papillary thyroid carcinoma patients in which the FDG-PET was performed for the localization of recurrence with negative I¹³¹ and MIBI scan.

Patients No	FDG-PET positive site	Complementary imaging and findings	Pathologically proven recur site
1*	Rt lat neck	U/S, MRI: negative	Rt lat neck
2*	Lt lat neck	U/S : negative	Lt lat neck
3*	Bilateral lat neck	U/S : negative	Lt lat neck
4*	Lt lat neck	MRI: negative	Lt lat neck
5	Bilateral lat neck	CT: negative, MRI: Lt lat neck L-N meta	Lt lat neck
6	Rt lat neck	U/S: Rt lat neck L-N meta	Rt lat neck
7	Rt lat neck	U/S: Rt lat neck L-N meta	Rt lat neck
8	Rt lat neck		Rt lat neck+Rt central neck
9	Lt mediastinum	C-T: Lt lat neck L-N meta	Lt lat neck

*recurrent lesion was detected only by FDG-PET.

Table 2. The findings of the FDG-PET, complementary imagings and the pathology in the patients in which the FDG-PET was performed for detection of additional recurrence

Patients No	Initially detected recur site and diagnosis method	FDG-PET positive site	Complementary imaging and finding	Pathologically proven recur site
1*	bilateral lat neck, L-N palpation	bilateral lat neck+Lt central neck	U/S, same with FDG-PET	bilateral lat neck. Lt central neck
2*	Lt lat neck, L-N palpation	Lt lat neck+Lt central neck	U/S, same with FDG-PET	Lt lat neck Lt central neck
3	Rt lat neck, L-N palpation	Rt lat neck		Rt lat neck
4	Lt lat neck, MIBI scan	Lt lat neck	U/S, same with FDG-PET	Lt lat neck
5	Rt lat neck, MIBI scan	Rt lat neck		Rt lat neck
6	Rt lat neck, U/S	Rt lat neck		Rt lat neck
7	Rt lat neck, U/S	bilateral lat neck		Rt lat neck

*another recurrent cervical region was detected by FDG-PET.

PET를 시행한 7명 중 2명의 환자에서 다른 경부구역의 재발병소가 추가로 발견되었다. 2명 모두 측경부에 림프절이 축적되었던 환자였으며 FDG-PET에 의해 중앙경부의 재발병소가 추가로 발견되었다. 그러나 보완적으로 시행한 초음파검사에서도 같은 병소가 확인되었고 다른 5명의 환자에서는 다른 경부구역의 재발병소가 발견되지 않아 FDG-PET만으로 추가재발 경부구역을 발견한 예는 없었다(Table 2).

재수술 후 전체 16명중 6명에서 관해되어 관해율은 38%였고 3명의 환자에서 재수술 후 FDG-PET를 다시 시행한 결과 모두 음성이었으나 이중 1명에서만 관해되었다.

고 찰

재발유두상갑상선암은 예후가 불량하여 높게는 약 50%

의 환자에서 사망에 이르게 되며(14) 사망에 이르지 않는 아도 다시 국소재발하여 수술을 반복하게 되는 경우가 많다. 따라서 재발유두상갑상선암의 치료시 수술 전 재발병소를 가능한한 충분히 탐지하고 충분한 범위의 수술이 이루어져야하며 이를 위해서는 예민도가 높은 검사방법이 요구된다. 혈청갑상선글로블린 양성이지만 방사성요오드 스캔이나 MIBI 스캔에 음성인 환자에서는 초음파검사, C-T, MRI 등의 영상진단에 의존해야하나 이들 검사방법은 정확도 뿐 아니라 진신적인 검사가 되지 않는 약점이 있다.

1996년 Feine 등이 혈청갑상선글로블린양성이면서 방사성요오드스캔음성인 재발갑상선암 환자에서 FDG-PET로 재발병소를 극소화할 수 있는 사실을 보고한 이래(2) 많은 연구보고에서 FDG-PET의 우수성이 인정되었다. 그러나 아직 검사비용이 비싼 것이 단점이어서 어느 환자에게나

시행하기에 꺼려지는 면이 있으며 따라서 FDG-PET를 시행함으로써 실제 치료 시 어떠한 이점이 있는지 구체적으로 검토할 필요가 있다. FDG-PET를 시행함으로써 기대되는 이점은 2가지로 첫째 FDG-PET의 예민도가 높으므로 다른 통상적인 영상진단으로 발견하지 못한 재발병소를 비교적 조기에 FDG-PET로 발견할 수 있으리라는 점과 둘째 이학적 소견이나 다른 검사에 의해 일단 재발병소가 한 경부구역에서 확인된 환자에서 FDG-PET로 다른 경부구역의 재발병소가 더 발견되어 수술범위를 확대할 수 있는 점, 즉 FDG-PET가 수술범위를 결정하는데 있어 좋은 지표가 될 수 있지 않을까 하는 점이다.

본 연구의 결과 FDG-PET의 전이 림프절에 대한 예민도는 76%였다. 특이도가 91%인데 비해 예민도가 낮은 것은 수술시 전이 림프절이 속한 구역 전체의 림프절을 절제하였으므로 FDG-PET에 나타나지 않은 미세한 전이가 많았기 때문이다. 그러나 경부구역별로 보았을 때는 FDG-PET의 예민도는 90%로 매우 높았다. 이와같이 예민도가 높을 뿐 아니라 초음파검사, C-T, MRI에서 발견하지 못한 병소가 FDG-PET에 의해 발견된 경우가 많아 비교적 작은 병소를 조기에 발견하는 면에 있어서 매우 유용하다고 할 수 있다.

그러나 이학적으로 전이림프절이 축지되거나 다른 영상진단으로 1차 재발병소가 확인된 환자에서 다른 경부구역의 추가 재발병소를 발견하는 면에 있어서는 유용성이 없었다. FDG-PET의 예민도가 높으므로 이러한 효과가 기대되었으나 결과가 그렇지 못한 것은 유두상갑상선암의 재발양상이 측경부의 국소림프절 재발이 대부분이며 FDG-PET도 아주 작은 미세전이는 발견하지 못할 수 있고 초음파검사의 해상도가 좋아 비교적 작은 림프절 전이가 초음파 검사에 의해서도 발견될 수 있기 때문이라고 사료된다. 또한 본 연구의 대상환자수가 많지 않은 것도 원인이 될 수 있다. 이러한 결과만으로 다른 진단방법으로 이미 재발병소가 확인된 환자에서는 FDG-PET가 수술범위를 확대하는데 있어서는 큰 기여를 하지 못하므로 가치가 없다고 속단하기에는 이르지 않을까 생각되며 많지는 않은지 모르나 일부환자에서는 도움이 되는 경우가 있을 것으로 기대된다. 특히 종격동은 전이구역 중 가장 문제가 되는 곳으로 초음파검사로서는 탐색이 불가능하고 C-T나 MRI도 해상도에 문제가 있어 작은 전이림프절은 발견하기가 어려우므로 다른 스캔이 음성이면 FDG-PET 외에는 대안이 없다. 최근 경험하여 본 연구대상에는 포함되지 않았지만 한 재발유두상갑상선암 환자에서 수술 전 다른 영상진단에서 발견되지 않았던 종격동의 림프절 전이가 FDG-PET로 발견되었고 수술로 확인되었다.

그러면 혈청갑상선글로블린양성이면서 방사성요오드스캔음성인 환자에서 FDG-PET만 시행하고 그 소견에 의해서 수술범위를 결정할 수 있는 지에 대해서는 의문이 있

다. 첫째로 의양성인 경우가 많은 점이다. 본 연구의 결과 수술이 시행된 전체 26경부구역 중 4구역에서 의양성이었고 환자별로 보았을 때는 16명 중 4명에서 의양성 구역이 있어 불필요한 수술이 시행되었다. FDG-PET 의양성의 원인은 수술 후 발생한 육아조직, 염증, 근육활동에 의한 것 등 여러 가지가 밝혀져 있다(15). 본 연구대상환자에서는 의양성의 확실한 원인은 알 수 없으나 1구역은 이전 수술한 측경부로 육아조직이 아닌가 추정되며 3구역은 이전에 수술하지 않은 구역이었다. 이전 수술하지 않은 구역의 수술은 비록 불필요한 수술이라 하더라도 수술자체에 어려움은 없으나 이전 수술한 구역, 특히 중앙경부나 종격동은 재수술시 합병증의 빈도가 높기 때문에 외과에 큰 부담이 된다. 둘째로 빈도는 낮으나 의음성이 있으며 본 연구에서 2구역의 의음성이 있었다. 1구역은 측경부로 FDG-PET 음성이었으나 C-T로 전이림프절이 발견되었으며 1구역은 기도측부로 다른 영상진단은 하지 않고 수술시 탐색하여 전이 림프절이 발견되었다. 셋째로 FDG-PET로 재발병소의 정확한 해부학적 위치를 판단하기 어려운 경우가 있을 수 있다. 특히 중경정맥림프절이나 하경정맥림프절전이의 경우 기도측부림프절과 인접해 있어 정확한 구별이 어려울 수 있다. 본 연구대상 환자 중 1예에서 FDG-PET상 중앙경부재발로 판독되었으나 수술 후 중경정맥림프절전이로 판명되었다. 중앙경부와 측경부는 수술시 접근경로가 달라 피부절개도 다르고 중앙경부의 탐색은 위험부담이 높아 수술 전 정확한 재발병소의 위치 파악이 필요하다. 따라서 FDG-PET의 소견에 의해서만 수술범위를 결정하는 데는 부족한 점이 있으며 이를 보완하기 위해 다른 영상진단이 필요할 것으로 사료된다. 저자의 개인적 경험으로는 보완적 영상진단으로 초음파검사가 가장 적합한 것으로 생각되며 그 이유는 비교적 작은 병소도 탐지할 수 있고 해부학적 해상도도 우수하며 필요하면 세침흡입검사를 하여 재발을 확진할 수 있기 때문이다.

재수술 후 결과를 보면 16명 중 6명에서 재수술 후 관해되어 38%의 비교적 낮은 관해율을 보였으며 3명의 환자에서 재수술 후 다시 FDG-PET를 시행한 결과 모두 음성이었으나 이중 1명에서만 관해되었다. Filesi 등에 의하면 수술 후 첫 번째 방사성요오드스캔과 혈청갑상선글로블린의 측정에 의해 80% 이상의 환자에서 향후 전이를 예측할 수 있다고 하였으며(16) 이러한 사실을 감안할 때 FDG-PET에 의해서도 상당부분 재발병소의 탐색에 실패할 수 있다는 점을 시사해 주고 있다. 그러나 FDG-PET가 다른 영상진단에서 발견되지 않는 재발병소를 많은 환자에서 발견해 낼 수 있으며 본 연구대상 환자에서는 추가 재발구역의 발견에 도움이 된 예는 없었으나 많은 환자에서 시행하면 일부 환자에서는 도움이 되는 예가 있으리라고 기대되어 유용한 검사인 것은 사실이다. 다만 검사비용이 비싼 점과 갑상선암의 재발양상을 감안할 때 혈청갑

상선글로블린양성, 방사성요오드스캔음성 재발유두상갑상선암환자에서 FDG-PET의 적응증에 대해서는 더 검토가 필요할 것으로 사료되며 FDG-PET를 시행하더라도 다른 영상진단이 보완적으로 시행될 필요가 있다고 사료된다.

결 론

혈청갑상선글로블린양성, 방사성요오드스캔음성인 재발유두상갑상선암환자에서 FDG-PET의 예민도는 매우 높았으며 다른 영상진단으로 발견할 수 없는 작은 재발병소를 조기 발견하는 면에 있어 유용성을 보였다. 그러나 다른 영상진단에 비해 더 많은 추가 재발구역을 발견할 수 있을 것으로 기대되었으나 그러한 면에서는 유용성이 없었다. 또한 FDG-PET 소견만으로는 적절한 수술범위를 결정하는 데 있어 다소 미흡하며 초음파검사 등 다른 영상진단을 보완적으로 시행할 필요가 있다고 사료된다.

REFERENCES

- Alnafisi NS, Drieger AA, Coates G, Moote DJ, Raphael SJ. FDG-PET of recurrent or metastatic ^{131}I -negative papillary thyroid carcinoma. *J Nucl Med* 2000;41:1010-15.
- Feine U, Lietzenmayer R, Klanke JP, Held J, Wöhrle H, Schauenburg WM. Fluorine-18-FDG and Iodine-131-Iodide uptake in thyroid cancer. *J Nucl Med* 1996;37:1468-72.
- Joensuu H, Ahonen A. Imaging of metastasis of thyroid carcinoma with Fluorine-18-Fluorodeoxyglucose. *J Nucl Med* 1987;28:910-4.
- Altenvoerde G, Lerch H, Kuwert T, Matheja P, Schäfers M, Schober O. Positron emission tomography with F-18-deoxyglucose in patients with differentiated thyroid carcinoma, elevated thyroglobulin levels, and negative iodine scans. *Langenbeck's Arch Surg* 1998;383:160-3.
- Schlüter B, Riepe CG, Beyer W, Lübeck M, Bumann KS, Clausen M. Histological verification of positive fluorine-18-fluorodeoxyglucose findings in patients with differentiated thyroid cancer. *Langenbeck's Arch Surg* 1998;383:187-9.
- Wang W, Macapinlac H, Larson SM, Yeh SDJ, Akhurst J, Finn RD, et al. [^{18}F]-2-Fluoro-2-Deoxy-D-Glucose positron emission tomography localizes residual thyroid cancer in patients with negative diagnostic ^{131}I whole body scans and elevated serum thyroglobulin levels. *J Clin Endocrinol Metab* 1999;84:2291-302.
- Grünwald F, Menzel C, Bender H, Palmedo H, Willkomm P, Ruhlmann J, et al. Comparison of ^{18}F FDG-PET with ^{131}I iodine and $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi scintigraphy in differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 1997;7:327-35.
- Grünwald F, Schomberg A, Bender H, Klemm E, Menzel C, Bultmann T, et al. Fluorine-18 Fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the follow up of differentiated thyroid cancer. *Eur J Nucl Med* 1996;23:312-9.
- Bloom AD, Adler LP, Shuck JM. Determination of malignancy of thyroid nodules with positron emission tomography. *Surgery* 1993;114:728-35.
- Chung JR, So Y, Lee JS, Choi CW, Lim SM, Lee DS, et al. Value of FDG-PET in papillary thyroid carcinoma with negative ^{131}I whole body scan. *J Nucl Med* 1999;40:986-92.
- Sisson JC, Ackerman RJ, Meyer MA, Wahl RL. Uptake of 18-Fluoro-2-Deoxy-D-glucose by thyroid cancer: implications for diagnosis and therapy. *J Clin Endocrinol Metab* 1993;77:1090-4.
- Lee EJ, Lee JS, Lee CR, Kim HY, Song HH, So Y, et al. FDG-PET as a predictor of recurrence with ^{131}I scan negative differentiated thyroid cancer: An evaluation compared with pathologic findings. *J Korean Society Endocrinology* 1999;14:520-30.
- Kohara N, Furui J, Tomioka T, Motojima K, Tsunoda T, Kanematsu T. Surgical treatment of recurrent thyroid carcinoma after primary resection. *Nippon Gekka Gakkai Zasshi* 1993;94:847-52.
- Grant CS, Hay ID, Gough IR, Bergstralh EJ, Goellner JR, McConahey WM. Local recurrence in papillary thyroid carcinoma: Is extent of surgical resection important? *Surgery* 1998;104:954-62.
- Bakheet S, Powe J. Benign causes of 18-FDG uptake on whole body imaging. *Sem Nucl Med* 1998;118:352-8.
- Filesi M, Sigmone A, Ventroni G, Melacrinis FF, Ronga G. Role of Initial Iodine-131 whole body scan and serum thyroglobulin in differentiated thyroid carcinoma metastasis. *J Nucl Med* 1998;39:1542-6.