

무증상 성인의 F-18-FDG PET 대장 섭취양상 : 대장내시경 소견과의 비교

이화여자대학교 의과대학 방사선과학교실, 내과학교실¹, 가정의학과학교실²
배문선 · 조유경¹ · 정성애¹ · 심기남¹ · 이홍수²

Colonic Uptake Patterns of F-18-FDG PET in Asymptomatic Adults: Comparison with Colonoscopic Findings

Moonsun Pai, M.D., Yoo-Kyung Cho, M.D.¹, Sung-Ae Jung, M.D.¹, Ki-Nam Shim, M.D.¹,
Hong-Soo Lee, M.D.²

Department of Radiology, Gastroenterology¹ and Family Medicine²
College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Purpose: Physiologic intestinal FDG uptake is frequently observed in asymptomatic individuals for cancer screening FDG PET. Colonic FDG accumulation is a well-known confusing findings that interfere true cancer detection or cause false positive. The aim of this study was to evaluate the pattern and intensity of colonic uptake in whole body FDG PET in asymptomatic healthy adults and to correlate them with colonoscopic findings. **Materials and Methods:** We reviewed retrospectively 64 subjects (age: 27-87, M:F = 31 :33) who underwent both FDG PET and colonoscopy for cancer screening. FDG uptake patterns were classified as focal, segmental and diffuse. Maximum SUV were measured. The PET results were compared with colonoscopic and histologic findings. **Results:** In 13 patients FDG bowel uptake was interpreted as focal, in 17 patients as segmental and in 34 patients as diffuse uptake. Six adenomas (17.6%, average diameter =5.0 mm) were found in diffuse pattern, 7 adenomas (41.1%, 5.6 mm) in segmental and 4 adenomas and 1 adenocarcinoma (38.5%, 16.4 mm) in focal uptake pattern. In patients with focal uptake, four were non-adenomatous pathologic lesions (30.8%, 2 intestinal tuberculosis, 2 mucosal ulcer). There is no difference of mean SUV between patients with adenoma and with negative colonoscopic results in each group of intestinal FDG pattern (Diffuse: 1.7 ± 0.1 vs. 1.9 ± 0.5 , Segmental: 4.8 ± 3.6 vs. 4.2 ± 1.2 , Focal: 6.5 ± 4.7 vs. 3.5 ± 1.3). Large adenomas (>1 cm) can be detected more in the focal uptake pattern (4 out of 5) rather than in segmental (1 out of 7) or diffuse uptake (none) and had higher SUV (6.3 ± 4.8) than small adenomas (3.5 ± 3.0) (statistically insignificant). **Conclusion:** Focal FDG uptake is associated more often with large adenoma and other pathologic findings in colonoscopy. Segmental uptake cannot discriminate presence of adenoma from negative results, while diffuse pattern may have more chance to be normal. (Korean J Nucl Med 39(1):15-20, 2005)

Key Words: F-18-FDG PET, Colonic adenoma, Colonoscopy, Cancer screening

서 론

대장직장암은 서구에서는 암으로 인한 사망 중 2위를 차지하며 우리나라에서도 2002년 전체 암에서 차지하는 비율이 11.2%로 4위를 차지하였다.¹⁾ 대부분의 대장직장암은 선종성 용종에서 출발하는 것으로 알려져 있고 이를 조기에

진단하고 제거하는 것이 대장암을 예방하는 주요 수단으로 생각되고 있다.²⁾ 따라서 최근에는 대장내시경이 암 또는 암 전단계의 선종을 발견 하는 데에 일차수단으로 사용되고 있다.

한편 FDG-PET는 해당작용이 활발한 암세포를 영상화하는 성질을 이용하여 이미 대장암에서는 병기결정과 재발의 조기 진단에 유용함이 확인되어 널리 사용되고 있고,³⁾ 대장직장암이 아닌 다른 암환자에서도 진단과 치료평가에 빈번히 사용되고 있다. 이에 건강 진단을 목적으로 한 FDG-PET 검사가 실시되고 있으며 증상이 없는 환자에서 우연히 발견된 대장 병변이 대장선종 또는 초기 대장암으로 확진된 예들이 보고되었다.⁴⁻⁷⁾ 그러나 대장 병변이 없는 환

• Received: 2005. 1. 10. • Accepted: 2005. 2. 9.
• Address for reprints: Moonsun Pai, M.D., Ewha Mokdong Hospital, #911-1 Mok-dong, Yangchun-gu, Seoul 158-710, Korea
Tel: 82-2-2650-2647, 5687, Fax: 82-2-2650-5302
E-mail: moonsunb@ewha.ac.kr

자에서 생리적인 대장섭취가 다수에서 관찰되어 판독에 어려움을 주고있다. 이러한 대장 섭취들은 그 기전은 확실하지 않으나 대장 수축에 따른 장근육 섭취 또는 장관내 분비물에서의 것으로 주장되었다.⁸⁾

저자들은 건강 검진 또는 대장이외의 암으로 FDG-PET를 시행한 무증상의 성인을 대상으로 FDG의 대장 섭취를 보이는 빈도와 섭취양상 및 섭취강도를 조사하고 이를 대장 내시경 결과와 비교하여 FDG-PET이 대장직장암의 선별검사에 사용될 때 도움이 되는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2004년 1월부터 7월 까지 FDG-PET를 시행하고 대장내시경을 모두 시행한 환자는 112명 이었다. 이들 중 대장내시경과 FDG-PET을 6개월이상의 간격으로 시행한 22명, 대장직장암의 재발 평가를 목적으로 시행한 11명, 대장내시경을 먼저 시행하여 선종을 제거했던 5명을 제외한 64 명을 대상으로 하였다. 평균 나이는 54.6세(27~87세)이고 남자 31명 여자 33명 이었다. 45명은 건강진단 목적으로 시행하였고 3명은 CEA 상승, 16명은 다른 암의 전이 평가를 위해 시행되었다.

2. FDG-PET

환자들은 검사하기 전에 6시간 이상 금식하였고 PET scanner (Allegro, Philips) 를 이용하여 영상을 얻었다. 370 MBq의 F-18 FDG를 투여하고 60분 경과 후에 두개저에서 근위 대퇴부까지 frame 당 1분씩 transmission scan 을 얻었

고 이어서 frame 당 3분씩 emission scan을 시행하였다. PET 영상은 OSEM algorithm (4 iteration, 8 subsets)을 이용하여 재구성하였다.

FDG-PET 영상 분석은 내시경 결과를 모르는 핵의학과 의사가 모든 환자를 대상으로 대장 부위의 섭취 정도와 양상을 평가하였다. Tansaxial, sagittal, coronal 의 세가지 slice 영상과 projection 영상을 동시에 보면서 분석하였다. FDG 섭취양상은 세가지 군- Focal, Segmental, Diffuse -로 나누었다. 결절모양으로 확연히 구분되는 국소 섭취가 있는 경우- Focal, 대장 주행에 따라 일정 길이 만큼의 FDG 섭취가 있는 경우- Segmental, 대장 전체에 같은 정도의 섭취를 보이는 경우-Diffuse로 구분하였다(Fig. 1). 또한 모든 영상에 대해 가장 높은 섭취를 보이는 대장 부위의 maximum SUV (standardized uptake value)를 측정하였다.

3. 대장내시경

대장내시경은 FDG-PET 결과를 모르는 소화기내과 의사가 판독하였다. 병변이 있는 경우 위치와 크기 및 병리조직학 결과를 기술하였다.

4. 분석

FDG-PET 검사에서 나타난 대장 섭취 양상에 따른 내시경 결과의 차이를 비교하기 위해 chi-square test를 사용하였고 대장의 FDG 섭취 양상에 따라 내시경결과 양성 빈도가 증가함을 확인하기위해 경향 분석을 수행하는 선형대 선형 결합법(Linear by linear association)을 사용하였다. 각 군에서 측정된 SUV 및 선종크기의 비교를 위해 Mann-Whitney test 또는 Kruskal-Wallis test를 사용하였다.

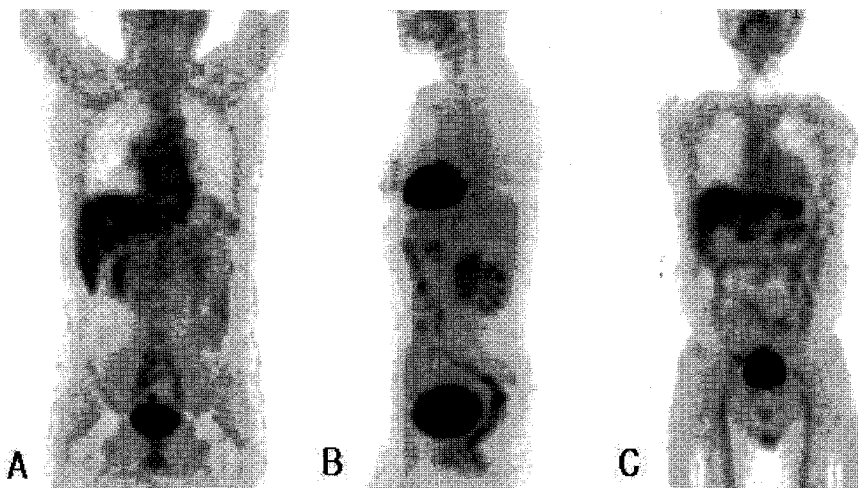


Fig. 1. Representative cases of three patterns of FDG-PET colonic uptake: (A) Focal (B) Segmental and (C) Diffuse uptake.

Table 1. Comparison of Results of FDG PET and Colonoscopy

FDG uptake pattern	Colonoscopic findings			Total
	Negative	Adenoma	Others	
Diffuse	28 (82.4%)	6 (17.6%)	0	34
Segmental	9 (52.9%)	7 (47.1%)	1 ulcer	17
Focal	4 (30.8%)	4 (69.2%)	1 adenocarcinoma 2 ulcer 2 tuberculosis	13

Table 2. Colonoscopic Results and SUV

	SUV	p value
Negative	2.6±1.3 (2.2~2.9)	
Adenoma	4.2±3.7 (2.4~6.1)	< 0.001*
Other pathology	4.4±2.5 (1.3~7.6)	< 0.05*

0.31†

The values are mean±S.D. and ranges.
*vs. Negative
†Adenoma vs. Other pathology

Table 3. Comparison of SUV between Patients with Adenoma and Those with Negative Colonoscopic Results in Each Group of Colonic FDG Uptake Pattern

FDG Uptake Pattern	Colonoscopic results		p value
	Adenoma	Negative	
Focal	6.5±4.7 (n=5)*	3.5±1.3 (n=4)	0.462
Segmental	4.8±3.6 (n=7)	4.2±1.2 (n=9)	0.490
Diffuse	1.7±0.1 (n=6)	1.9±0.5 (n=28)	0.283

The values are mean±S.D.
*including 1 adenocarcinoma

결 과

대장내시경의 병리결과에서 17명이 선종(adenoma)이었으며 선종외에 기타 병리소견으로 선암종(adenocarcinoma)이 1명, 궤양(ulcer)이 3명, 결핵(tuberculosis)성 병변이 2명이었고 41명은 음성이었다. FDG-PET 영상의 대장 섭취양상은 diffuse 소견이 34명(53.1%), segmental 소견이 17명(26.5%), focal 섭취를 보인 경우가 13명(20.3%) 이었다.

FDG-PET의 섭취양상에 따른 대장내시경 결과를 표로 나타내었다(Table 1). 선종 및 그 외 내시경에서 발견된 병리소견을 양성결과로 포함하였을 때 Focal 섭취군은 69%의 양성결과를 보여 다른 섭취양상에 비해 다수의 양성결과를 보였고 Diffuse 섭취군에서는 음성결과가 82% 였지만 Segmental과 Focal 에서는 음성 결과가 각각 53%, 31%로 FDG의 대장섭취 양상에 따라 대장내시경 결과에 유의한 차이가 있었다(p=0.002). 또한 Segmental과 Focal 의 대장섭취를 보일수록 대장 내시경은 양성결과인 경향이 관찰되었으며 통계적으로도 유의하였다(p=0.001).

대장내시경 결과에 따라 측정된 SUV값을 비교한 결과 음성인 환자에서보다 선종이 있는 환자와 기타 병리 소견이 있는 경우 높은 SUV를 보였으며 선종과 기타 병리소견은 유의한 차이가 없었다(Table 2). Table 3 은 선종이 발견된 환자와 음성이었던 환자의 최대 SUV를 구하여 섭취양상별로 비교한것이다. 선종이 있는 환자들은 세가지 섭취양상을 모두 보였고 이들의 SUV 값은 같은 섭취양상을 가지는 정상환자에 비해 차이가 없었다.

FDG-PET 섭취양상별로 선종의 크기를 측정하여 비교하였을 때 focal 양상인 경우가 나머지 두 섭취 양상보다는 큰 선종을 가지고있었다. 그러나 segmental 과 diffuse 섭취군 사이에는 선종의 크기에 차이가 없었다(Table 4). 선종의 크기를 지름 1 cm 이상과 이하로 나누었을 때 큰 선종(>1 cm)은 focal 섭취양상일때(4 out of 5) 주로 관찰되는 반면 segmental (1 out of 7) 또는 diffuse (none) 섭취양상에서는 적은 수로 관찰되었다. 선종의 크기를 1 cm 이상과 이하로 나누어서 SUV를 측정하였을 때 평균 SUV는 1 cm 이상의 선종(6.3±4.8) 에서 1 cm 이하의 선종보다(3.5±3.0) 높았으나 범위가 넓어 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

Table 4. Size of Adenoma and FDG Uptake Pattern

	Size (mm)	p value
Focal*	16.4±11.7 (5.0~35.0) SE= 5.2	
Segmental	5.6±2.4 (3.0~10.0) SE=0.9	< 0.05†
Diffuse	5.0±1.9 (3.0~8.0) SE=0.8	< 0.05†

The values are mean±S.D and ranges.
SE : standard error mean
*including 1 adenocarcinoma
†vs. Focal
‡Segmental vs. Diffuse

Table 5. Size of Adenoma and SUV

	SUV	p value
1cm < (n=5)*	6.3±4.8 (2.3~13.6) SE=2.1	
1cm > (n=13)	3.5±3.0 (1.5~12.9) SE=0.8	0.12

The values are mean±S.D and ranges.
SE : standard error mean
*including 1 adenocarcinoma

고찰

본 연구에서는 무증상 성인의 FDG-PET의 대장섭취 양상을 세가지 타입으로 분류하여 대장내시경 결과와 비교하여 보았다. Diffuse 섭취양상을 보이면 대부분에서 정상이었으며 선종이 소수 발견되었으나 크기가 작았다. Focal 섭취양상의 환자에서는 선종 또는 기타 병리 소견 등의 양성 대장내시경 결과를 더 많이 보였고 다른 두 섭취양상에서보다 발견된 선종의 크기가 컸다. 대장 섭취정도를 SUV로 측정하였을 때 내시경 음성인 환자들은 선종 및 기타 병리소견이 있는 내시경 양성환자보다 SUV가 낮았으나 선종의 크기에 따른 SUV의 차이는 없었다.

FDG-PET는 대장직장암의 진단 또는 재발병소의 발견에 널리 이용되고 있으나 크론병, 궤양성 대장염, 위막성 대장염 및 림프조직 등의 대장의 비종양성 FDG 섭취도 보고되어 있다.⁹⁻¹¹⁾ 이러한 병리 소견의 유무와 상관없이 장관의 정상적인 FDG 섭취도 잘 알려져 있으며 장관내의 분비물에 의한 섭취 또는 장 연동운동에 의한 장벽 근육의 섭취로 생

각하고 있다.⁸⁾ 그러나 최근 암의 조기발견을 목적으로 FDG-PET를 시행하는 경우가 많아지면서 무증상의 환자에서 우연히 대장에서 FDG 섭취가 발견된다면 그 원인이 불분명하여 판독에 어려움을 겪게 된다. 이에 저자들은 무증상 성인을 대상으로 FDG의 대장섭취 양상 및 섭취정도와 대장내시경 소견과의 관계를 알아보았다.

본 연구에서 diffuse 섭취양상이 53%로 다른 두 섭취양상보다 많은 빈도를 보였다. Kim 등⁸⁾도 diffuse linear 소견이 대부분으로 이를 정상소견으로 간주하였고 위장관의 연동운동 및 장관내로의 FDG 분비를 이유로 들었다. 그러나 이번 연구에서 diffuse 패턴중 17.6%의 환자에서는 3~7 mm의 작은 크기의 선종이 있다는 것을 알 수 있었다. 매우 비슷한 결과가 Drenth 등¹²⁾의 연구에서도 보여졌는데 PET-음성인 환자중 16% 에서 대장내시경이 양성이었고 이들은 모두 10 mm이하의 작은 선종성 변화를 보이는 용종을 가지고 있었다. Yasuda 등¹³⁾도 FDG-PET으로 작은 선종을 발견할 수 없다고 보고하였고 이는 PET 카메라의 공간해상력의 한계 때문에 생긴 partial-volume effect로 설명하였다.

Focal 섭취 양상은 대장의 FDG 섭취와 병리소견 유무를 비교한 대부분의 연구에서 양성으로 간주한 FDG-PET 소견이며¹²⁻¹⁵⁾ 이번 연구에서도 13명의 환자중 9명(69.2%)이 내시경 양성을 보였고 선종 4명, 선암중 1명, 궤양과 결핵성 병변이 2명씩이었다. Focal 섭취중 내시경 음성인 경우가 4명으로 30.8% 를 차지하였고 특별한 위양성의 원인은 밝혀지지 않았다. 이전 연구에서는 26.3%의 위양성을 보고하기도 하였고¹²⁾ focal 섭취일 경우에 정상 내시경 소견은 한 예도 없었다¹⁴⁾는 보고도 있었다. 이러한 위양성의 원인으로 위장관 림프조직의 섭취가 제시되기도 하였고¹⁶⁾ 또는 장관분비물과 함께 통과된 FDG가 어느 한곳에 축적되어있는 상태를 촬영한 것일 수 있을 것이다. 이것에 대해 Chun 등¹⁷⁾은 장관의 이상섭취가 발견될 때 반복영상이 정상장관 섭취와 국소적인 재발암을 감별하는데 도움이 되었다고 하였다. 선종과 선암중 외에 궤양 및 결핵성 병변에서 뚜렷한 FDG 국소섭취가 있었는데 이러한 병소의 FDG 섭취는 이미 많은 보고가 있었다.^{18,19)}

Segmental 패턴에서는 52.9%에서 내시경 이상 소견이 없었는데 위에서 설명된것과 같이 정상 장관 분비물등의 원인으로 설명될 수 있을 것이다. FDG-PET의 장관섭취 중 segmental 섭취 양상에서는 6명중 5명에서 대장염을 발견하였다는 보고가 있으나¹⁴⁾ 본 연구에서는 이상 염증 소견은 없었다. Segmental 패턴은 diffuse 패턴보다 많은 수에서 양성내시경 소견(47.1%)을 가지고 있었으나 선종의 크기는 차이가 없었다. 따라서 Segmental 패턴은 병리소견의 유무

를 나타낸다고 보다는 정상 장관 섭취이거나 또는 정상 장관의 섭취가 병변의 FDG 섭취를 가린 것으로 생각된다.

섭취양상을 고려하지않고 내시경 결과에 따라 SUV를 비교했을 때 병소가 있는 경우 SUV가 높았고 내시경 음성인 경우는 선종 및 다른 병소가 있을 때에 비하여 유의하게 낮은 SUV를 보였다. 본 연구에서는 우연히 발견된 1.2 cm 의 선암종을 가진 환자가 포함되어 있었고 SUV는 3.7의 국소 섭취로 측정되었다. 따라서 FDG-PET 검사에서 우연히 발견된 대장 병변이 강한 FDG 섭취를 보이는 경우는 내시경을 추천하는 것이 타당하다고 생각된다. 반면 FDG-PET 의 대장섭취 양상에 따라 내시경소견이 양성일 때와 음성일 때로 나누어 SUV를 비교한 결과는 유의한 차이를 보이지 않아 대장 섭취양상에 더하여 SUV를 참고하는 것이 선종을 감별하는 데에 도움이 되지않았다. 이는 섭취양상을 시각적으로 판단할 때 이미 섭취강도의 판단이 포함되어 있는 이유로 focal과 segmental에서 높은 SUV 값을 보이며 diffuse 보다는 좀더 많은 병소를 예측하게 하였고 유사한 결과가 Tatlidil 등¹⁴⁾의 연구에서 관찰되었으며 대장섭취정도를 간 섭취정도와 비교하여 4단계로 나누어 FDG 대장 섭취패턴과 비교하였을 때 diffuse패턴에서만 4단계의 섭취정도를 관찰하였고 segmental과 focal 패턴은 모두 가장 강한 4등급의 섭취였다.

선종의 크기와 FDG-PET 섭취양상과의 관계에서, focal 섭취를 보이는 환자에서 다른 두 섭취양상보다 더 큰 선종을 가지고 있는 것으로 나타났다. 반면 SUV의 측정치는 1 cm 이하의 작은 선종보다 1 cm 이상에서 더 높은 SUV값을 나타내었으나 통계적으로 차이가 없어 SUV 만으로 선종의 크기를 예측하기는 어려울 것으로 생각된다. 향후 좀더 많은 선종을 대상으로 FDG 섭취에 관련된 인자 및 조직학적 형질변화를 선종의 크기와 연관시킨 추가적인 연구가 필요하리라 생각된다.

선종은 암종으로 진행될 가능성이 있다고 알려져 발견되는 것은 모두 제거하는 것이 일반적인 내시경 치료 방침이다. 암종의 형질변화가 진행될수록 선종의 크기도 커진다고 알려졌으나²⁰⁾ 선종이 어느 정도 크기 이상이면 제거할 것인가에 대한 동의는 아직 이루어지지 않은 상태이다. Chen 등¹⁵⁾도 3210명의 무증상 성인을 대상으로한 FDG-PET 검사에서 0.7 cm 이상으로 크거나 전암단계로 형질변화를 일으킨 대장 선종을 발견하였다고 하였다. 이번 연구에서 focal 패턴은 평균 1.6 cm 크기의 선종이 있었고 이는 내시경적으로 제거하기에 타당한 크기이며 기타 이상병리 소견도 대부분 focal 패턴으로 보였으므로 대장의 국소 FDG 섭취는 다음 검사로의 진행에 충분한 근거가 될 수 있

을 것이다. 또한 FDG-PET에서 우연히 발견되었다고 보고한 대부분의 조기 선암종^{5,6,14)}은 선종과의 감별점이 없어 FDG의 국소 대장 섭취가 있다면 간과해서는 안 될 것으로 생각된다. 그 외 검사법으로 삼차원 CT 대장경이 1 cm 이상의 용종을 75-100% 발견한다고 보고되었지만^{21,22)} 정확한 병리소견을 얻고 암종으로의 진행가능성이 있는 선종을 제거해야 하므로 대장내시경으로 진행하는 것이 가장 적당하다고 생각된다.

지금 까지 FDG-PET는 대장직장암 환자의 재발과 전이를 발견하는데에 최선의 방법으로 알려져 많이 이용되어 왔다. 그러나 정상 환자의 검진 목적의 검사가 늘어나면서 본 연구는 무증상환자에서 관찰되는 대장 섭취의 양상과 섭취강도(SUV)를 선종의 크기를 포함한 내시경적소견과 비교하였다. 무증상 환자에서 시행한 FDG-PET에서 보이는 대장섭취를 그 섭취 양상에 따라 나누었을 때 focal 섭취는 대부분 큰 선종 또는 기타 병소의 존재를 시사하며 diffuse 양상일때는 대부분 정상이지만 일부에서 작은 선종의 존재 가능성을 보여주었다. 또한 선종 또는 기타 병소가 있는 환자는 정상 환자보다 보다 높은 강도로 섭취됨을 확인하였다.

결론적으로 무증상 환자에서 FDG-PET를 시행하였을 때 본 연구에서 제시된 대장 섭취 패턴과 섭취강도에 따른 내시경 결과와의 관계가 대장 선종 및 기타 병소를 진단하거나 내시경 등의 다음 검사로의 진행 결정에 큰 역할을 할 것으로 기대된다.

요 약

목적: 건강검진 등을 목적으로 시행된 무증상의 성인에서 대장 섭취는 매우 자주 관찰되나 대장선종 및 암종에서 FDG 섭취가 보고되어 생리적인 FDG 섭취와 구별이 쉽지 않았다. 이에 저자들은 무증상 성인을 대상으로 FDG-PET을 시행하여 그 섭취 패턴과 섭취 강도를 조사하고 대장내시경 소견과 비교하였다. **대상 및 방법:** FDG-PET과 대장내시경을 모두 시행한 무증상인 64명(27~87세, 남:여=31:33)을 대상으로 하였다. FDG 섭취 양상은 focal, segmental, diffuse 세 그룹으로 나누고 모든 환자에 대해 최대 SUV값을 구하고 병소의 크기 및 조직학 소견과 비교하였다. **결과:** Diffuse 53.1%, Segmental 26.5%, Focal 20.3%의 섭취양상을 보였으며, Diffuse 양상을 보이면 대부분에서 정상이었고 선종이 소수 발견되었으나 크기가 작았다. Focal 양상의 환자에서는 선종 또는 기타 병리 소견 등의 양성 대장내시경 결과를 더 많이 보였고 다른 두 섭취 양상에서보다 발견된 선종의 크기가 컸다. 대장 섭취정도를 SUV로 측

정하였을 때 내시경 음성인 환자들은 선종 및 기타 병리소견이 있는 내시경 양성환자보다 SUV가 낮았으나 선종의 크기에 따른 SUV의 차이는 없었다. 결론: 무증상 환자에서 FDG-PET를 시행하였을 때 본 연구에서 제시된 대장 섭취 패턴과 섭취강도에 따른 내시경 결과와의 관계가 대장 선종 및 기타 병소를 진단하거나 내시경 등의 다음 검사로의 진행 결정에 일부 역할을 할 것으로 기대된다.

Reference

1. 한국중앙암등록본부. 보건복지부. 2002 Annual Report of the Korea Central Cancer Registry. 2003.
2. Rex DK, Johnson DA, Lieberman DA, Burt RW, Sonnenberg A. Colorectal cancer prevention 2000: screening recommendations of the American College of Gastroenterology. *Am J Gastroenterol* 2000;95:868-77.
3. Gambhir SS, Czernin J, Schwimmer J, Silverman DH, Coleman RE, Phelps ME. A tabulated summary of the FDG PET literature. *J Nucl Med* 2001;42:1S-93S.
4. Shin SJ, Choi JW, Lee SK, Choi, CH, Kim TI, Kim WH. A case of multiple colonic adenomas which were found incidentally in FDG-PET. *Korean Journal of Internal Medicine* 2004;66:639-43.
5. Patrikeos AP, Mackay JR, Hicks RJ. Detection of synchronous adenocarcinomas and multiple dysplastic polyps with F-18 FDG positron emission tomography in a case of nonfamilial polyposis. *Clin Nucl Med* 2003;28:487-8.
6. Okuno T, Fu KI, Sano Y, Yoshino T, Murakami K, Ochiai A, et al. Early colon cancers detected by FDG-pet: a report of two cases with immunohistochemical investigation. *Hepatogastroenterology* 2004;51:1323-5.
7. Kayani I, Groves AM, Syed R, Bomanji J. Combined F-18 FDG Positron Emission Tomography/Computed Tomography in the Diagnosis of Colonic Polyps: The Potential and Limitations of the Technique. *Clin Nucl Med* 2005;30:116-7.
8. Kim S, Chung JK, Kim BT, Kim SJ, Jeong JM, Lee DS, Lee MC. Relationship between Gastrointestinal F-18-fluorodeoxyglucose Accumulation and Gastrointestinal Symptoms in Whole-Body PET. *Clin Positron Imaging* 1999;2:273-9.
9. Cook GJ, Fogelman I, Maisey MN. Normal physiological and benign pathological variants of 18-fluoro-2-deoxyglucose positron-emission tomography scanning: potential for error in interpretation. *Semin Nucl Med* 1996;26:308-14.
10. Hannah A, Scott AM, Akhurst T, Berlangieri S, Bishop J, McKay WJ. Abnormal colonic accumulation of fluorine-18-FDG in pseudomembranous colitis. *J Nucl Med* 1996;37:1683-5.
11. Meyer M. Diffusely increased colonic F-18 FDG uptake in acute enterocolitis. *Clin Nucl Med* 1995;20:434-5.
12. Drenth JP, Nagengast FM, Oyen WJ. Evaluation of (pre-)malignant colonic abnormalities: endoscopic validation of FDG-PET findings. *Eur J Nucl Med* 2001;28:1766-9.
13. Yasuda S, Fujii H, Nakahara T, Nishiimi N, Takahashi W, Ide M, et al. 18F-FDG PET detection of colonic adenomas. *J Nucl Med* 2001;42:989-92.
14. Tatlidil R, Jadvar H, Bading JR, Conti PS. Incidental colonic fluorodeoxyglucose uptake: correlation with colonoscopic and histopathologic findings. *Radiology* 2002;224:783-7.
15. Chen YK, Kao CH, Liao AC, Shen YY, Su CT. Colorectal cancer screening in asymptomatic adults: the role of FDG PET scan. *Anticancer Res* 2003;23:4357-61.
16. Delbeke D, Martin WH. PET and PET-CT for evaluation of colorectal carcinoma. *Semin Nucl Med* 2004;34:209-23.
17. Chun H, Kim CK, Krynckyi BR, Machac J. The usefulness of a repeat study for differentiating between bowel activity and local tumor recurrence on FDG PET scans. *Clin Nucl Med* 2003;28:672-3.
18. Zhuang H, Yu JQ, Alavi A. Applications of fluorodeoxyglucose-PET imaging in the detection of infection and inflammation and other benign disorders. *Radiol Clin North Am* 2005;43:121-34.
19. Yang CM, Hsu CH, Lee CM, Wang FC. Intense uptake of [F-18]-fluoro-2 deoxy-D-glucose in active pulmonary tuberculosis. *Ann Nucl Med*. 2003;17:407-10.
20. O'Brien MJ, Gibbons D. The adenoma-carcinoma sequence in colorectal neoplasia. *Surg Oncol Clin N Am* 1996;5:513-30.
21. Hara AK, Johnson CD, Reed JE. Colorectal lesions: evaluation with CT colography. *Radiographics* 1997;17:1157-67.
22. Ransohoff DF, Johnson CD. Clinical practice. Screening for colorectal cancer. *N Engl J Med* 2002;346:40-4.