

재발성 대장암 진단에서 PET (Positron Emission Tomography)의 유용성

울산대학교 의과대학 외과학교실 및 서울아산병원 대장항문클리닉, ¹핵의학교실, ²방사선과학교실

박인자 · 유창식 · 김희철 · 이강홍 · 류진숙¹ · 하현권² · 김진천

Clinical Usefulness of a PET Scan in the Diagnosis of a Recurrent Colorectal Carcinoma

In Ja Park, M.D., Chang Sik Yu, M.D., Hee Cheol Kim, M.D., Kang Hong Lee, M.D., Jin Suk Ryu M.D.¹, Hyun Kwon Ha, M.D.², Jin Cheon Kim, M.D.

Colorectal Clinic, Asan Medical Center and Departments of Surgery, ¹Nuclear Medicine and ²Radiology, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The aim of this study was to evaluate the potential efficacy of positron emission tomography using 2-[¹⁸F]-fluoro-2-deoxy-D-glucose in detecting recurrent colorectal carcinomas.

Methods: Seventy patients suspected of having recurrent colon cancer were evaluated using PET from January 2001 to March 2003. The PET results were compared with those of computed tomography and clinical examination over 6 months.

Results: Among the 70 patients, 17 patients had abnormal CEA levels and no abnormal findings with conventional radiologic methods (group 1), 29 had equivocal findings on computed tomography and other radiologic studies (group 2), and 24 were proven to have recurrent colorectal carcinoma (group 3) respectively. The sensitivity and the specificity of the PET scan, which were proved to be higher than those of CT (93% vs. 72.2%, 88% vs. 48.5%), were 85.7%, and 80%, respectively, in group 1, 86.7%, and 85.7% in group 2 and both 100% in group 3. The interval between diagnosis using PET and conventional studies was 1.9 months.

Conclusions: Positron emission tomography is more sensitive than computed tomography in detecting recurrent colorectal carcinomas. When conventional studies show no abnormal findings except for CEA levels, PET can be a valuable imaging tool in detecting recurrent colorectal cancer and can prevent other unnecessary exploratory procedures. *J Korean Soc Coloproctol 2004;20:99-104*

Key Words: Positron emission tomography, Neoplasm recurrence, Sensitivity and specificity
양전자방출단층촬영술, 종양재발, 민감도와 특이도

서 론

대장암은 수술술기 및 보조적 치료방법의 발전으로 좋은 치료성적을 거두고 있으나, 근치적 절제술을 시행하더라도 2년 이내의 재발률은 30~40%에 이르며, 재발 이후의 치료에는 많은 어려움이 있다. 재발암을 치료하지 않을 경우 대부분 2년 이내에 사망하는 것으로 알려져 있으며,^{1,3} 절제를 시행하더라도 이미 진행된 이후에 발견되는 경우가 많아 5년 생존율은 35% 정도에 지나지 않는다.^{2,4} 재발암의 적절한 치료에 가장 중요한 것은 조기 발견과 동시성 재발 병변의 정확한 평가이며, 근치적 목적으로 수술할 경우 적절한 환자를 선택하는 것이 불필요한 수술의 시행을 막고 생존율을 향상시키는 데 필수적인 요소라고 할 수 있다. 그러나 재발 병변의 진단을 위해 정기적인 검진과 종양표지자 검사, 대장 내시경, CT, MRI 등을 종합적으로 시행하더라도 잠재성 병변을 발견하지 못할 가능성이 높아 재발암의 생존율 향상에 기여하지 못한다고 알려져 있다.^{5,6} 최근 이러한 문제를 해결하고자 재발 및 전이병소의 발견에 FDG-PET 검사를 시행하여 기존방법보다 효용성이 높은 것으로 보고되고 있다.^{7,8} PET 검사는 악성종양세포에서 포도당 이용이 증가되는 것을 이용하여 포도당 유사체인 [¹⁸F]-fluoro-2-deoxy-D-glucose (FDG)가 세포 내에 축적되는 것을 측정하는 검사로 재발성 대장암 진단에 민감도가 90% 이상으로 보고되고 있다.⁹ 그러나 고가의 검사비용과 해부학적 위치 구분이 어려운 관계로 모든 재발 환자에서 FDG-PET 검사를 시행하는 것에 대해서는 이견이

책임저자: 김진천, 서울특별시 송파구 풍납동 388-1
서울아산병원 외과 대장항문클리닉(우편번호: 138-736)
Tel: 02-3010-3480, Fax: 02-474-9027
E-mail: jckim@amc.seoul.kr

많다.¹⁰⁻¹²

본 연구는 재발성 대장암의 진단 및 평가에 FDG-PET 검사의 효율성을 알아보고 적절한 적용 기준을 정하여 이른 시기에 적절한 치료방침의 결정에 도움이 되고자 하였다.

방 법

서울아산병원 대장항문 클리닉에서 대장암으로 근 처적 절제술을 시행 후 추적 관찰 중 2001년 1월부터 2003년 3월 사이에 PET 검사를 시행한 70명의 환자를 대상으로 하였다. 수술 후 일정 간격으로 이학적 검사, 혈청 암태아성항원치, 흉부 방사선 촬영, 대장내시경, 복부 CT 검사를 시행하여 추적 관찰을 하였다. 추적 관찰 중 기존 진단 방법에서 이상 소견 없이 지속적으로 혈청 암태아성항원치의 증가가 있거나(Group 1), 기존 영상 진단에서 전이 또는 재발 여부가 불확실한 경우(Group 2), 재발 병소 발견 후 치료를 위해 다른 부위의 동시성 재발에 대한 평가가 필요한 경우(Group 3)에 PET 검사를 시행하였다. 재발의 판정은 CT, MRI 및 조직검사를 통하여 PET 검사와 일치하는 소견이 발견되며 지속적으로 진행되는 양상인 경우 재발로 판정하였고, 영상 진단과 PET 검사 사이의 불일치한 소견은 최소 6개월 동안 기존 영상진단, 혈청 암태아성항원치, 이학적 검사를 시행하여 재발 병변이 발견되지 않거나 병소가 소멸되거나 감소한 경우, 혈청 암태아성항원치의 증가가 없는 경우에 재발되지 않은 것으로 판정하였다. PET 검사에서 불명확한 소견을 보인 경우, 이후 재발로 판정되면 위음성으로 해석하고 재발되지 않은 것으로 확인된 경우 위양성으로 판정하여 PET 검사에 유리하게 작용할 수 있는 편견을 배제하고자 하였다.

PET 검사 전 24시간 동안 포도당을 포함하는 수액의 경정맥 주사를 금하고 검사 전날 자정부터 금식하여 혈중 포도당 농도를 제한하고 체표면적당 [¹⁸F]-fluoro-deoxy-glucose (FDG) 8.8 mCi를 경정맥 주사하였

다. FDG 주사 후 60분 후부터 촬영을 시작하였고 두개골 기저부부터 무릎까지 분할촬영으로 영상을 얻었다. 영상은 핵의학 전문의가 판독하였으며 FDG 최대 흡수 농도(maximum standardized uptake value: SUV)가 2.5 이상일 경우 정상 범위 이상으로 증가된 것으로 판독하였다.

결 과

대상군의 남녀비는 44 : 26이었고 평균 연령은 55세(±10.75)였다. 조직학적 분류상 비점액성암이 67예(95.7%), 점액성암이 3예(4.3%)였다. PET 검사를 시행한 이유에 따라 분류해 보면, 기존 진단 방법에서 이상 소견 없이 혈청 암태아성항원치가 지속적 증가가 있던 경우가 17예(Group 1; 24.3%), 기존의 영상 진단에서 이상소견이 발견되었으나 재발 여부가 불확실한 경우 29예(Group 2; 41.4%), 기존 영상 진단에서 재발로 판정되어 치료 계획을 위해 동시성 재발을 평가하고자 한 경우 24예(Group 3; 34.3%)였다. 정기적 추적 관찰 도중 처음 이상 소견을 발견한 시점부터 PET 검사 시행까지의 소요 기간은 평균 2.64±3.28개월이었고, PET 검사 당시 평균 혈청 암태아성항원치는 13.1±18.94 ng/ml이었다.

기존의 영상진단 및 조직검사를 통하여 재발로 확인된 44예 중 PET 검사상 양성 소견을 보인 경우는 40예였고, 정상소견을 보인 경우는 4예였다(Fig. 1). 위음성을 보인 4예 중 2예는 추적 관찰을 통해 이후 흉부 CT에서 미세한 다발성 폐전이로 진단되었고, 1예는 골반 내 국소 재발로, 1예는 쇄골하 림프절 전이로 진단되었다. 위양성을 나타낸 경우는 3예였는데 2예는 골반강 내에, 1예는 대동맥 주위 림프절의 썩취 증가 소견을 보인 경우였다.

전체적으로 PET 검사의 민감도는 93%, 특이도는 85.1%였고, 전산화단층촬영은 각각 72.2%, 48.5%였다(Table 1). 검사 목적에 따라 PET 검사의 민감도, 특이도를 보면 혈청 암태아성항원치의 지속적 증가만 있

Table 1. Results of PET scan compared with computed tomography

	True positive	True negative	False positive	False negative	Sensitivity (%)	Specificity (%)
PET	400	23	3	4	93.0	85.1
CT	26	16	10	15	72.2	48.5

Table 2. Results of PET scan according to purpose of study

	True positive	True negative	False positive	False negative	Sensitivity (%)	Specificity (%)
Group 1*	6	8	1	2	85.7	80.0
Group 2†	13	12	2	2	86.7	85.7
Group 3‡	21	3	0	0	100	100

*Group 1 = abnormal CEA levels with no abnormal findings in conventional radiologic studies; † Group 2 = equivocal findings in conventional radiologic studies; ‡ Group 3 = proven recurrent colorectal carcinoma.

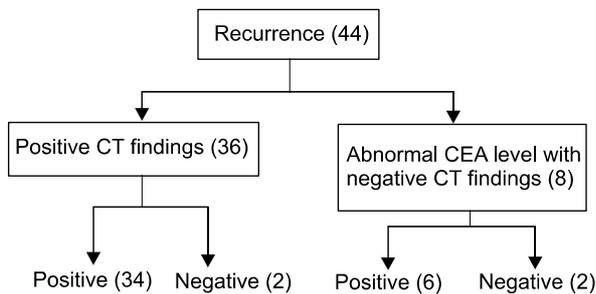


Fig. 1. PET results in patients confirmed to recurrence.

던 경우(group 1) 민감도 85.7%, 특이도 80%, 영상 진단이 불확실한 경우(group 2) 민감도 86.7%, 특이도 85.7%, 동시성 재발을 평가하고자 한 경우(group 3) 민감도 및 특이도 모두 100%로 나타나, 특히 영상 진단이 불확실하거나 동시성 재발의 평가가 필요한 경우 우수한 특이도를 보였다(Table 2). 혈청 암태아성항원치의 증가가 있던 경우 PET 검사에서 이상 소견이 발견된 시점과 기존 영상 진단에서 재발이 발견된 시점 사이의 간격은 평균 1.9개월이었다.

고 찰

대장암의 근치적 절제술 후 2년 이내의 재발률은 30~40%이며, 재발 이후 치료율은 25~40%로 암으로 인한 사망의 주요 원인이 되고 있다.¹ 이러한 재발을 추적하기 위해 일반적으로 근치적 절제술 후 복부 CT, 흉부 방사선 촬영, 대장 내시경, 혈청 암태아성항원치 검사를 포함한 정기적 추적 관찰을 시행하고 있다. 이 중 혈청 암태아성항원치 검사가 가장 간단하고 믿을 만한 검사로 유용하게 사용되고 있으며, 재발암 환자의 70%에서 혈청 암태아성항원치가 증가한다고 알려져 있다.¹³ 또한 여러 연구에서 재발암 진단에서 CT검사

는 낮은 민감도(52~69%)를 보여,^{11,14} 정기적인 CT 검사를 시행하기보다는 혈청 암태아성항원치 검사를 2~3개월 간격으로 시행하며 필요 시 CT 검사를 시행하는 것이 유용하다는 지침이 제안되기도 하였다.¹⁵ 그러나 혈청 암태아성항원치의 지속적인 증가가 있으나 기존의 영상 검사상 재발의 증거를 발견하지 못할 경우도 있다. 이런 경우 지속적인 관찰을 하거나, 개복수술을 시행하거나, 항암화학요법을 시행하는 등의 선택이 있을 수 있다. 그러나 각각의 경우 모두 문제점을 가지고 있어 재발 여부의 판단은 매우 신중하게 결정되어야 한다. 이런 경우 다른 기존의 영상 진단방법에 비해 PET 검사가 재발암의 발견에 정확성과 민감도, 특이도에서 우수한 결과를 보였다는 여러 연구 결과가 있다.¹⁶ 본 연구에서도 기존의 영상 진단에서 재발 소견을 발견할 수 없었으나 지속적인 혈청 암태아성항원치의 증가가 있던 경우 PET 검사상 민감도 85.7%, 특이도 80%를 보였고, 당시의 혈청 암태아성항원치는 27.32±31.82 ng/ml였다. PET 검사에서 재발이 진단된 시점과 CT 검사에서 재발이 진단된 시점과의 간격은 2.71±4.08개월로 PET 검사를 시행하여 진단이 3개월 가량 빨라짐을 보였다. PET 검사를 시행하여 재발소견을 보인 경우 기존 영상 진단을 계획보다 앞당겨 시행한 경우가 대부분이므로 실제로 PET 검사의 조기 진단 효과는 이보다 클 것으로 생각된다.

그러나 PET 검사는 악성종양세포에서 포도당 이용이 증가한다는 것을 이용한 방법으로 형태학적 이상을 진단하기보다는 대사 과정의 차이를 보이는 부분을 찾아내는 방법으로 해부학적 위치 구분이 어려운 경우가 있을 수 있다. 기존의 영상 진단 방법과 상호 보완적으로 사용한다고 할지라도 PET 검사에서 재발 소견을 보일 때, 영상 진단에서는 이상 소견을 발견할 수 없는 경우가 많아 한계가 있을 것으로 여겨진다.

재발암의 진단에서 PET 검사와 CT의 유용성을 비

교한 많은 연구가 있다. 간전이의 진단에 있어서 특이도는 두 검사 방법에서 비슷하나 민감도는 PET 검사가 우수한 것으로 나타났다.^{11,17} 간전이로 검사를 시행한 환자 중 32%에서 PET 검사로 전산화단층촬영에서 발견하지 못한 병변을 발견했다는 연구도 있다.¹⁸ 본 연구에서도 각 검사를 20일 간격으로 시행한 경우 CT 검사에서 전혀 발견하지 못한 간전이를 PET 검사에서 발견한 예가 있다(Fig. 2). 이 외에도 수술 후 반환과 재발을 구분하는 데에 PET 검사가 매우 유용한 것으로 알려져 있다(Fig. 3).⁷ 본 연구에서도 PET 검사가 CT 검사에 비해 그 민감도가 우수하고 특히 특이도가 뛰

어난 결과를 보였다. 재발로 판정된 환자 중 CT 검사에서 양성을 보였던 36예 중 34예에서 PET 검사에서도 양성을 보였으며, 기존의 영상진단에서 재발을 발견하지 못했던 8예 중 6예에서 PET 검사 양성소견을 보여 기존 영상 진단에서 재발을 발견하지 못한 경우에 특히 유용하게 활용될 수 있을 것으로 추정된다. CT 검사에서 위양성을 보인 10예 중 5예는 골반강 내에 국소 재발로 판단했으나 이후 추적 관찰을 통해 수술반흔으로 확인되었고, 3예는 대동맥주위 림프절 전이로 판단하였으나 추적과정에서 1예에서는 소실되었고 2예에서는 변화가 없어 재발이 아닌 것으로 최종

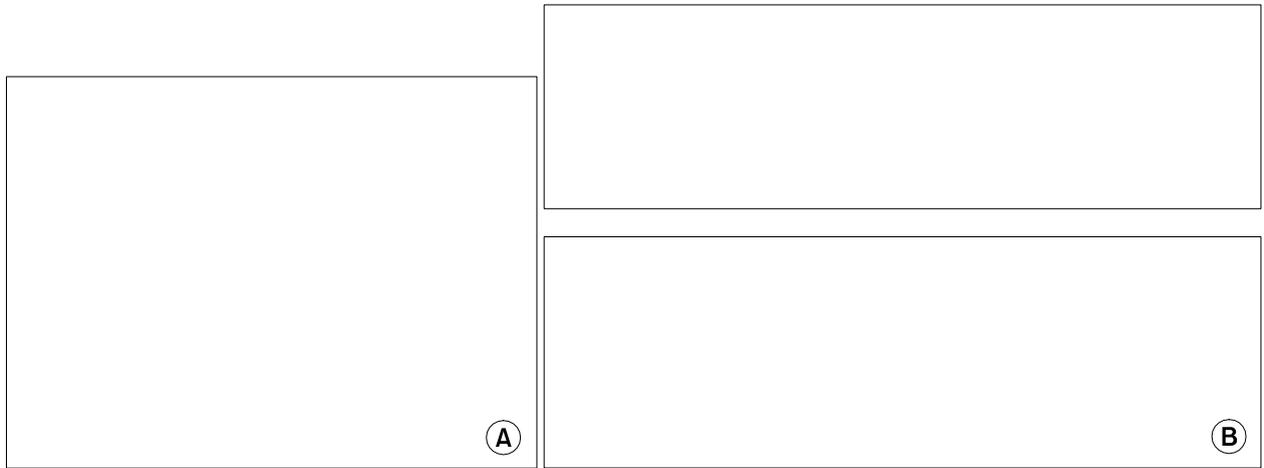


Fig. 2. False negative detection of CT was verified using PET. (A) There was no evidence of abnormal findings on CT. (B) A single liver lesion was found on PET scan.

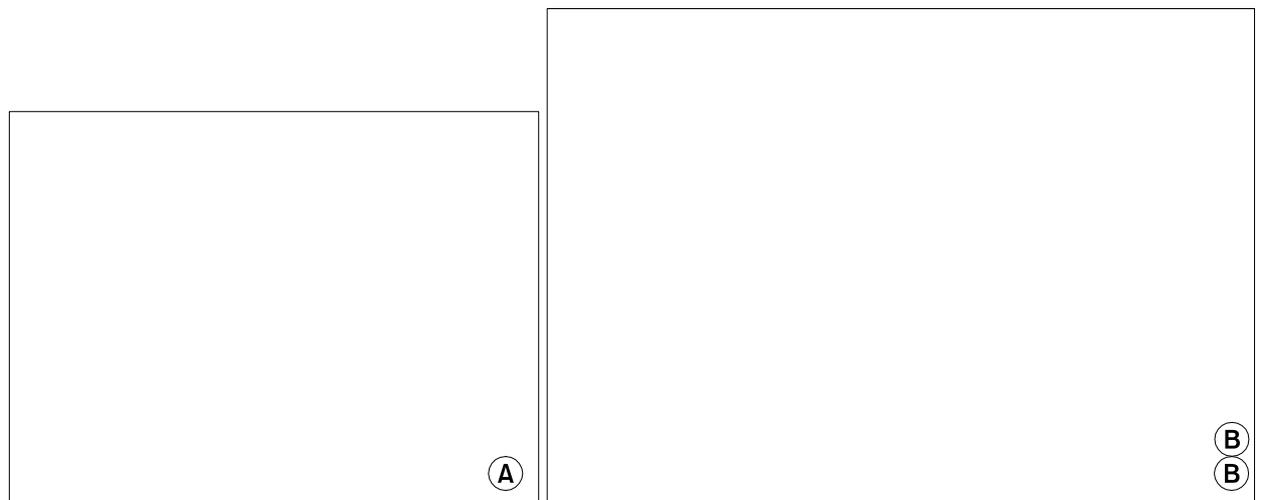


Fig. 3. A patient with a local recurrence who was found to have a lesion only on PET scan. (A) On CT scan, there was no abnormal findings. (B) PET images show increased activity in pelvic cavity.

판정하였다. 2예는 간전이로 보았으나 이후 추적 관찰 과정에서 변화가 없는 경우였다. CT 검사는 특히 수술 후 반흔의 구분에 취약한 부분을 보이고 있으며, 림프절 전이의 구분에서도 그 민감도가 떨어지는 것으로 나타났다.

재발암의 조기발견 및 치료는 생존율의 향상과 밀접한 관계가 있으며 특히 폐나 간에 재발한 경우 절제를 시행함으로써 5년 생존율을 향상시킬 수 있다.^{19,20} 그러나 이러한 경우 재발 병변의 상태 및 동시성 재발 병변의 존재를 정확히 평가하여 적절한 환자를 선택하는 것이 가장 중요하다. 재발암 수술 후에도 질병의 진행으로 결국 5년 생존율은 35% 정도에 지나지 않는다는 것은 특히 재발 병변의 절제 가능성 및 동시성 재발 병변의 정확한 평가가 얼마나 중요한가를 보여준다고 할 수 있다. 본 연구에서 추적 관찰 중 재발 병변의 발견으로 치료 계획 중 재발 병변의 상태를 파악하고 동시성 재발을 평가하고자 한 경우 민감도 및 특이도 모두 100%로 나타나, 재발 병변에 대해 절제술 또는 항암화학치료를 계획한 경우 PET 검사를 시행하는 것이 불필요한 개복술을 막는 데 도움이 될 수 있을 것으로 나타났다.

PET 검사의 전체적 민감도는 PET 민감도는 93%, 특이도는 85.1%였다. 위음성을 보인 경우(4예) 중 2예는 추적 관찰을 통해 미세한 다발성 폐전이로 진단되었고, 1예는 간전이, 1예는 대동맥 주위 림프절 전이로 확인되었다. 위양성을 보인 경우(3예) 중 1예는 늑골에, 1예는 림프절에, 1예는 문합부 주위의 흡수 증가로 재발로 판단하였으나 6개월 이상 추적 관찰한 결과 더 이상의 진행이 없거나 오히려 감소하는 소견을 보였다. 위음성을 보인 경우 중 1예는 점액성암이었고, 3예는 비점액성이었다. PET 검사는 비점액성암보다 점액성 암을 진단하는 데에 덜 민감한 것으로 알려져 있으나,^{7,21} 본 연구에서는 점액성 암이 3예에 지나지 않아 차이를 알기는 어려웠다. 또한 PET 검사의 민감도는 병변의 크기에 크게 영향을 받게 되는데, 1 cm 미만의 병소에서는 그 민감도가 50% 내외로 떨어진다고 알려져 있다.²² 본 연구에서도 위음성을 보인 경우 중 50%는 이후 1 cm 미만의 다발성 폐전이로 확인되어 병소의 크기가 작을수록 진단율이 떨어지는 것이 주요 문제임을 알 수 있었다.

본 연구에서 PET 검사는 상당히 우수한 민감도를 보인다. 그러나 PET 검사의 판독 시 이미 환자의 병력이 노출되어 있고 기존의 영상진단방법을 시행한 경우 이전 검사를 참고로 판독하게 되므로, 실제로 PET

검사의 민감도는 과대 평가될 수 있는 가능성이 있다. PET 검사가 애매모호한 경우, 이후 재발로 판정된 경우에는 PET 검사 결과를 위음성으로, 재발이 아닌 것으로 판정된 경우에는 위양성으로 보아 이러한 편견을 배제하기 위해 노력했으나, 후향적 연구에서 나타날 수 있는 자료수집 및 해석에서 발생될 수 있는 편견은 고려되어야 할 것이다. 하지만 같은 조건에서 CT 검사와 비교하였을 때 CT 검사 보다는 재발암의 진단에 효율적이고 정확한 것이 사실이다.

혈청 암태아성항원치의 지속적인 증가가 있으나 재발의 근거를 찾을 수 없는 경우 PET 검사는 재발 진단 시기를 앞당겨 치료 방향에 도움을 줄 수 있을 뿐 아니라, 이미 알려진 재발 병변에 대해 치료 계획을 세우거나 CT 검사상 애매한 소견을 감별하는 데에 높은 특이도를 보여 음성 개복술의 가능성을 줄이는 데 기여할 수 있음을 보였으나, 병변의 크기에 따라 진단율이 떨어지고 해부학적 위치를 명확히 알 수 없는 등의 문제를 가지고 있어, 이러한 점을 보완한다면 향후 재발암의 조기 진단 및 치료 방향의 설정에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

결 론

PET 검사는 대장암의 추적 관찰 과정에서 혈청 암태아성항원치의 증가를 보이나 재발을 확인할 수 없는 경우 재발 병소의 발견에 유용하게 사용될 수 있을 뿐 아니라, 기존 진단 방법에 의해 재발의 진단이 불확실하거나 평가가 필요한 경우, 위양성 병변을 감별하여 음성 개복술을 방지하여 치료 방향에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

1. Bruinvels DJ, Stiggelbout AM, Kievit J, van Houwelingen HC, Habbema JD, van de Velde CJ. Follow-up of patients with colorectal cancer. A meta-analysis. *Ann Surg* 1994;219:174-82.
2. Salo JC, Paty PB, Guillem J, Minsky BD, Harrison LB, Cohen AM. Surgical salvage of recurrent rectal carcinoma after curative resection: a 10-year experience. *Ann Surg Oncol* 1999;6:171-7.
3. Wanebo HJ, Chu QD, Vezeridis MP, Soderberg C. Patient selection for hepatic resection of colorectal metastases. *Arch Surg* 1996;131:322-9.
4. Suzuki K, Dozois RR, Devine RM, Nelson H, Weaver AL, Gunderson LL, et al. Curative reoperation for

- locally recurrent rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 1996; 39:730-6.
5. Schoemaker D, Black R, Giles L, Toouli J. Yearly colonoscopy, liver CT, and chest radiography do no influence 5-year survival of colorectal cancer patients. *Gastroenterology* 1998;114:7-14.
 6. Ohlsson B, Breland U, Ekberg H, Graffner H, Tranberg KG. Follow-up after curative surgery for colorectal carcinoma. Randomized comparison with no follow-up. *Dis Colon Rectum* 1995;38:619-26.
 7. Whiteford MH, Whiteford HM, Yee LF, Obunbiyi OA, Dehadashti F, Siegel BA, et al. Usefulness of FDG-PET scan in the assessment of suspected metastatic or recurrent adenocarcinoma of the colon and rectum. *Dis Colon Rectum* 2000;43:759-70.
 8. Staib L, Schirrmester H, Reske SN, Beger HG. Is (18) F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography in recurrent colorectal cancer a contribution to surgical decision making? *Am J Surg* 2000;180:1-5.
 9. Tempero M, Brand R, Holdeman K, Matamoros A. New imaging techniques in colorectal cancer. *Semin Oncol* 1995;22:448-71.
 10. Beets G, Penninckx F, Schiepers C, Filez L, Mortelmans L, Kerremans R, et al. Clinical value of whole body positron emission tomography with ¹⁸F-fluorodeoxyglucose in recurrent colorectal cancer. *Br J Surg* 1994;81: 1666-70.
 11. Ogunbiyi OA, Flanagan FL, Dehdashti F, Siegel BA, Trask DD, Birnbaum EH, et al. Detection of recurrent and metastatic colorectal cancer: comparison of positron emission tomography and computed tomography. *Ann Surg Oncol* 1997;4:613-20.
 12. Valk PE, Abella-Columna E, Haseman MK, Pounds TR, Tesar RD, Myers RW, et al. Whole-body PET imaging with (¹⁸F)fluorodeoxyglucose in management of recurrent colorectal cancer. *Arch Surg* 1999;134:503-11.
 13. Minton JP, Hoehn JL, Gerber DM, Horsley JS, Connolly DP, Salwan F, et al. Results of 400-patient carcinoembryonic antigen second-look colorectal cancer study. *Cancer* 1985;55:1284-90.
 14. Chen YM, Ott DJ, Wolfman NT, Gelfand DW, Karsteadt N, Bechtold RE. Recurrent colorectal carcinoma: evaluation with barium enema examination and CT. *Radiology* 1987;163:307-10.
 15. Desch CE, Benson AB 3rd, Smith TJ, Flynn PJ, Kruse C, Loprinzi CL, et al. Recommended colorectal cancer surveillance guidelines by the American Society of Clinical Oncology. *J Clin Oncol* 1999;17:1312.
 16. Libutti SK, Alexander HR Jr, Choyke P, Bartlett DL, Bacharach SL, Whatley M, et al. A prospective study of 2-fluoro-2-deoxy-D-glucose/positron emission tomography scan, 99 m Tc-labeled arcitumomab (CEA-scan), and blind second-look laparotomy for detecting colon cancer recurrence in patients with increasing carcinoembryonic antigen levels. *Ann Surg Oncol* 2001;8:779-86.
 17. Schiepers C, Penninckx F, De Vadder N, Merckx E, Mortelmans L, Bormans G, et al. Contribution of PET in diagnosis of recurrent colorectal cancer: comparison with conventional imaging. *Eur J Surg Oncol* 1995;21: 517-22.
 18. Lai DT, Fulham M, Stephen MS, Chu KM, Solomon M, Thompson JF, et al. The role of whole-body positron emission tomography with (18F) fluorodeoxyglucose in identifying operable colorectal cancer metastases to the liver. *Arch Surg* 1996;131:703-7.
 19. Goldberg RM, Fleming TR, Tangen CM, Moertel CG, Macdonald JS, Haller DG. Surgery for recurrent colon cancer: strategies for identifying resectable recurrence and success rate after resection. Eastern Cooperative Oncology Group, the North Central Cancer Treatment Group, and the Southwest Oncology Group. *Ann Intern Med* 1998;129:27-35.
 20. Girard P, Ducreux M, Baldeyrou P, Rougier P, Le Chevalier T, Bougaran J, et al. Surgery for lung metastases from colorectal cancer: analysis for prognostic factors. *J Clin Oncol* 1996;14:2047-53.
 21. Kim BT, Kim Y, Lee KS, Yoon SB, Cheon EM, Kwon OJ, et al. Localized form of bronchioalveolar carcinoma: FDG PET findings. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170: 935-9.
 22. Delbeke D, Vitola JV, Sandler MP, Arildsen RC, Powers TA, Wright JK Jr, et al. Staging recurrent metastatic carcinoma with PET. *J Nucl Med* 1997;38:1196-201.