

学位申請論文

FDG-PET/CT における空腸・回腸への集積例の検討

獨協医科大学 内科学 (消化器)

菅谷 武史

要 旨 ^{18}F -フルオロデオキシグルコース (FDG) を用いる PET (Positron Emission Tomography)/CT は悪性腫瘍の広く診断に用いられている。しかし、病的集積と生理的集積の鑑別が困難な例に遭遇する。獨協医科大学病院 PET センターにおいて 2005 年 3 月から 2010 年 12 月の間で、小腸の集積に関して記載され、解析可能であった 80 症例を対象に Standardized Uptake Value の最大値 (SUVmax) や集積分布を後向きに検討した。80 症例中 19 症例は、なんらかの治療を要する病変を有していた。これらの病変を病的集積、それ以外の 61 例 (65 病変) を生理的集積に分類した。腸管に沿う集積を Group L、それ以外を Group F とし検討を行った。病的集積群の SUVmax 平均値は 12.2 であり、生理的集積よりも有意に高く、Group F に分布される集積 (16/19 病変) が多くみられた。小腸での SUVmax や集積の分布を評価することで、小腸病変の診断に有用な可能性がある。

Key Words : FDG, PET/CT, 小腸, 集積, 分布

緒 言

わが国では 2002 年より ^{18}F -フルオロデオキシグルコース (^{18}F -fluorodeoxyglucose, 以下 FDG) を用いるポジトロン断層撮影法 (Positron Emission Tomography : 以下 PET) が保険収載されてから約 10 年が経過した。従来は一部の悪性腫瘍にしか保険適用されないなどの問題もあったが、2010 年の診療報酬改訂により PET は早期胃癌を除く全ての悪性腫瘍に適用が拡大され、日常的な検査として普及してきている。

PET 検査は全身を広範囲に撮像可能な検査であり、PET 装置と X 線 CT (以下 CT) 装置を同軸に配置し、寝台を共有する PET/CT 装置が普及し、位置ずれの少ない融合画像を容易に得られるようになってきている。FDG を用いる PET/CT 検査 (以下、FDG-PET/CT) では精査対象となった癌や腫瘍以外の部位にも偶発的に腫瘍を発見するなど予期していなかった部位への集積を認め、臨床上有用な情報をもたらす。その反面、FDG は腫瘍以外にも活動性炎症部位に集積を示し、正常臓器にも生理的集積を示すため、質的診断などの判断の妨げ

になることがある。特に胃や大腸などの消化管には様々な程度の FDG の生理的な集積が認められ、病的な集積との鑑別が困難な例にしばしば遭遇する。胃や大腸への集積については検討が行われているが、これまで小腸への FDG 集積に関する報告はほとんどみられない。

近年小腸内視鏡やカプセル内視鏡などの検査機器の発達により、小腸は精査可能な臓器となったが、双方とも現時点では検査可能な施設に限られるという制限があり、前者では検査の侵襲性が高いという問題もある。いずれも無症状の時点ではこれら検査の適応はなく、小腸疾患を非侵襲的に検出するための PET/CT の役割は大きく、その所見の特徴をとらえることは重要と考えられる。今回、我々は全身 FDG-PET/CT における小腸への集積に関して後向きに集積部位やその程度、分布、病変の検出能について検討した。

方 法

対象患者

獨協医科大学病院 PET センターにおいて 2005 年 3 月から 2010 年 12 月までの期間に全身撮像が行われた FDG-PET/CT 検査は、全部で 20,184 件であった。これらのうち空腸や回腸への集積に関して読影報告書に記載されていた 147 症例をまず抽出した。他院からの PET 検査依頼で情報不足のため、あるいは当院での経過観察が不十分のため、67 例を検討対象から除外した。

平成 23 年 11 月 28 日受付, 平成 23 年 12 月 8 日受理
別刷請求先 : 菅谷武史

〒 321-0293 栃木県下都賀郡壬生町北小林 880
獨協医科大学 内科学 (消化器)

表 1 PET 収集・再構成条件

・ Injection dose	^{18}F -FDG 4.5 MBq/kg
・ Scan duration	50 kg 未満 : 2.0 min/bed 50 kg 以上 70 kg 未満 : 2.5 min/bed 70 kg 以上 : 3.0 min/bed
・ Waiting time	\approx 60 min
・ Attenuation correction	CT
・ Scatter correction	(+)
・ Image size	128
・ Slice	3.4 mm
・ increment	2.5 mm
・ Reconstruction method	FORE + OSEM
・ Reconstruction parameter	Iterations = 3, Subsets = 8
・ Filter	FWHM = 5.0 mm (Gaussian)

これらのうち CT, 内視鏡あるいは FDG-PET/CT による追跡や精査が行われた 80 症例を検討対象とした。さらに、空腸・回腸への集積が複数認められた症例が 4 例含まれていたため対象病変は 84 病変である。

FDG-PET/CT の撮影プロトコール

FDG の静脈内投与の前は最低 6 時間以上の絶食状態とした。原疾患により絶食管理されている患者は糖分を含まない輸液を施行されている。FDG の投与量は体重により決定した。体重 55 kg 未満の患者では 4 MBq/kg の FDG を、体重 55 kg 以上の場合全例 222 MBq の FDG を静脈内投与した。FDG の静脈内投与 1 時間後から FDG-PET の撮像を開始した。

PET/CT 装置は SIEMENS 社製 Biograph Sensation 16 もしくは Biograph LSO を使用した。PET の収集・再構成の条件は表 1 にしめす。PET の撮像および CT の撮影は頭蓋底から鼠径部までの同じ範囲で、PET の撮像前に CT を撮影して減弱補正のための transmission data とした。なお、CT による被曝線量の低減を図るため、撮影条件は低線量 (Eff.mAs=9) とした。また、使用した PET/CT 装置のあるベッド位置での撮像可能範囲は体軸方向で 162 mm であるため、撮像位置を身長により 6~9 回変更し、emission data を各ベッド位置あたり 3 分で撮像した。PET の画像再構成は撮像データを FORE (fourier rebinning) 処理で 2 次元化したのちに OS-EM (Ordered subsets-expectation maximization, 最尤推定-期待値最大化) 法を用いて行った。この際の再構成条件は Iteration : 3, Subset : 8, 平滑化フィルタは Gaussian Filter で FWHM (full width at half maximum, 半値幅) 5 mm とした。

画像の評価方法

FDG-PET/CT 及びその読影に精通し、日常臨床でも PET/CT の読影に携わっている PET 核医学認定医 2 名がワークステーション (SIEMENS 社製の LEONARD または e-soft) にて PET 単独, CT 単独, 融合画像を並べて表示し、冠状断, 矢状断, 横断像を協議して下記のように集積分布と部位を判定, 集積程度を測定した。

FDG 集積の分布について、その所見より①腸管に沿って集積しているものを「Linear」とし、②限局的な集積など上記 Linear 以外の集積分布を「Focal」とし、それぞれを「Group F」と「Group L」と 2 群に分類し、それぞれの例を示す (図 1, 2)。

空腸・回腸への FDG の集積は全例で集積度の半定量的指標である Standardized Uptake Value (SUV) の最大値 (以下, SUVmax) をワークステーション上で測定した。なお, SUV の計算式は,

$$\frac{\text{病巣部の放射能濃度} \times \text{相互校正定数 (Bq/ml)}}{\text{投与 FDG 放射能 (Bq)/体重 (g)}}$$

で、単位体重あたりの投与量に対する集積の比である。

各集積部位が病的か否かの判定

PET/CT 施行後、各集積に対し以下の方法にて病的か生理的かの判定を行った。

集積が病的であることの判定は、①手術や内視鏡 (大腸内視鏡による回盲部病変診断や小腸内視鏡) での組織生検による病理診断によった。②小腸への集積部は生検されなかったものの、他の高集積部からの生検にて悪性リンパ腫と診断され、かつ化学療法が同様に奏功した病変については、臨床上リンパ腫病変であるとの判断を支持し採用した。また集積が生理的であったと判断する際に、組織学的評価をされている場合は非常に少ない。このため①無治療にも関わらず、次の PET/CT 再検時に



図1 Group L の1例

▲はCT上の骨盤内小腸の走行に一致して分布するFDGの集積 (SUVmax=9.0) を示しており, Group Lに分類される.

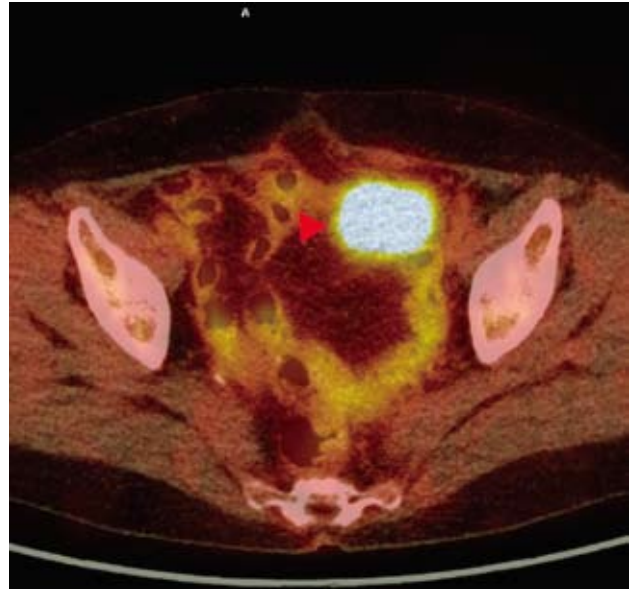


図2 Group F の1例

▲は骨盤内約50mmの腫瘍に強く分布するFDGの集積 (SUVmax=12.7) を示している. この集積は腸管に沿う分布ではなく, 腫瘍にのみ局所的に集積しており, Group Fに分類される.

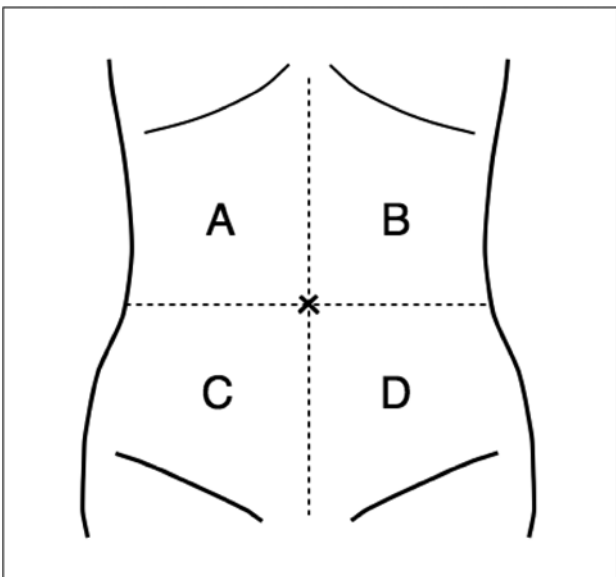


図3 集積部位の分類

臍を中心に腹部を4分割し集積部位を評価した.

当該部分に集積を認めないもの, あるいは②PET/CT施行後の約6カ月以降に施行されたCTにて壁肥厚や腫瘍など異常所見を認めなかったものを生理的と判定した.

この研究は, 小腸への集積の診断的意義を検討するためであり, 各々の判定結果を踏まえ集積を, 癌やリンパ腫などにすぐ治療や継続した検査が必要とされる集積と, それ以外の生理的集積に分類した.

ROC 曲線

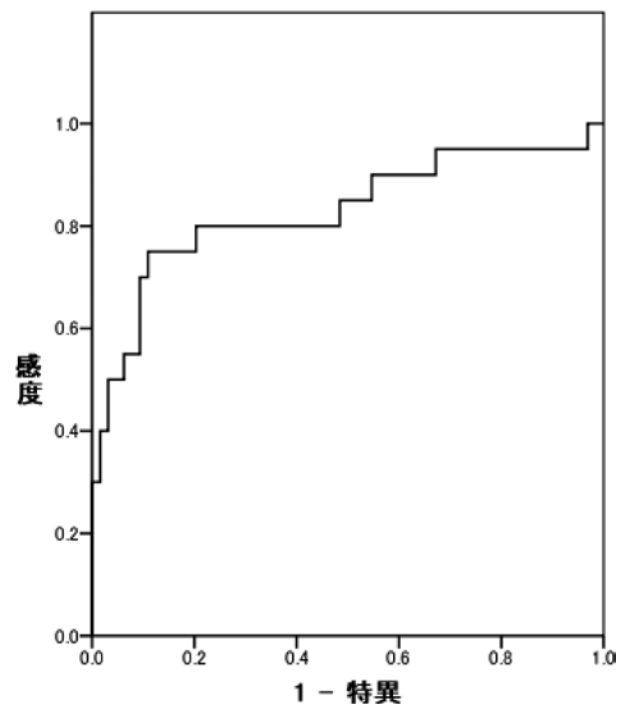


図4 SUVmax 値にて病的集積を診断する場合のROC曲線
曲線下面積: 0.89

表 2 対象病変/集積の PET 上の特徴

		全体	Group F	Group L
病変数		84	22	62
患者年齢*		61.5±13.4	65.0±14.4	60.4±13.0
性別 (男/女)		43/41	14/8	29/33
	PET	45	4	41
	CT	16	3	13
追跡・精査法	手術	11	11	0
	大腸内視鏡	9	2	7
	小腸内視鏡	3	2	1
血糖値 (mg/dl)*		102.9±23.1	104.0±18.4	102.5±24.7
SUVmax*		6.64±5.06	10.47±7.24	5.28±3.09
部位	A	2	1	1
	B	12	7	5
	C	64	12	52
	D	6	2	4
病的 / 生理的	病的	19	16	3
	生理的	65	6	59

* : 平均±標準偏差

集積部位

集積部位は臍を中心に A, B, C, D の 4 つに分類した (図 3)。複数の領域にまたがる集積の場合は主たる集積部位を記載した。

統計解析

結果は平均±標準偏差で表記した。病的集積、生理的集積の診断能に関して、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率、正診率を求めた。統計解析は SPSS Statistics17.0 for Windows 11.5.1 J (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) を用い、Mann-Whitney の U 検定、受信者操作特性 (Receiver Operating Characteristic, 以下, ROC) 解析を行った。統計学的有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

各集積部位が病的か否かの判定

対象 84 病変のうち 19 病変が病的集積、65 病変が生理的集積と判定された。判定の際に 11 例は手術により病理組織学的に、12 例が大腸あるいは小腸内視鏡により内視鏡的に確認された (このうち 3 例は小腸内視鏡による生検で病理学的に診断された)。45 例が次回の FDG-PET/CT における消失により、16 例が少なくとも 6 か月以降に実施された CT にて判定した。

集積分布について

22 病変が Group F, 62 病変が Group L に分類された。病的集積群 19 病変において Group F は 84% (16/19 例) を占めている。

検討対象全体の集積部位は、A, B, C, D 領域に見られたものが各々 2, 12, 64, 6 病変であった。C 領域が 64 例と圧倒的に多く、C 領域の中でも回盲部及び回腸末端への集積が大半であり 38 例 (59.3%) であった。B は 12 例, D は 6 例であった。

病的集積 19 例の詳細を表 3 に示した。集積の分布別では Group F が 16 例, Group L が 3 例であった。病的集積には、悪性リンパ腫が 9 例, GIST (gastro intestinal stromal tumor) が 5 例, その他原発性小腸癌や小腸転移などが含まれる。部位別には C 領域が 11 例であった。

病的集積の SUVmax の平均値は 12.25 (2.84~29.85) であり、生理的集積と判定した 65 症例の SUVmax の平均値 5.00 (2.62~16.83) であり、集積の分布は 59 例が Group L, 6 例が Group F, とその大半が Group L に分類された。Group F と Group L, 病的集積群と生理的集積群, それぞれ SUVmax の平均±標準偏差, 範囲を示した (表 4)。病的集積群と生理的集積群, Group F と Group L では各々前者で SUVmax が高く, 統計学的に有意な差を認めた ($p < 0.001$)。

ROC 解析にて求めたカットオフ SUVmax 5.87 を用いると、病的集積とする診断能は感度 84%, 特異度 78%,

表 3 病的集積 19 例の集積部位, 分布, 集積度等

番号	年齢	性別	検査目的	部位	集積分布	SUVmax	追跡・精査法	組織	血糖 (mg/dl)
1	49	M	悪性リンパ腫疑い	C	F	2.84	手術	平滑筋腫	111
2	83	M	肺癌疑い	B	F	3.81	手術	GIST	117
3	78	M	小腸腫瘍精査経過観察	B	F	4.52	手術	GIST	79
4	81	M	腹腔内腫瘍	A	F	5.90	手術	GIST	106
5	64	M	悪性リンパ腫経過観察	C	L	6.84	大腸内視鏡	悪性リンパ腫	99
6	56	F	乳癌術後	B	F	7.16	小腸内視鏡	悪性リンパ腫	83
7	62	M	悪性リンパ腫経過観察	C	F	7.18	PET および臨床経過	悪性リンパ腫	107
8	38	F	子宮体癌術後	C	L	7.51	大腸内視鏡	腸管パーチェット	88
9	77	M	小腸腫瘍精査	B	F	8.34	手術	GIST	102
10	72	F	悪性リンパ腫精査	C	F	9.26	PET および臨床経過	悪性リンパ腫	101
11	59	F	大腸癌再発	D	F	12.73	手術	小腸転移	98
12	61	M	大腸癌術前	C	F	13.80	手術	悪性リンパ腫	131
13	72	F	悪性リンパ腫精査	C	F	14.24	大腸内視鏡	悪性リンパ腫	131
14	64	M	悪性リンパ腫経過観察	C	F	18.36	PET および臨床経過	悪性リンパ腫	100
15	21	F	腹部腫瘍精査	B	F	18.45	手術	GIST	78
16	68	M	小腸腫瘍精査	C	F	19.80	手術	原発性小腸癌	102
17	73	F	悪性リンパ腫精査	C	L	20.63	大腸内視鏡	悪性リンパ腫	171
18	78	F	大腸癌精査	C	F	21.56	手術	虫垂原発内分泌癌	105
19	42	M	悪性リンパ腫精査	B	F	29.85	小腸内視鏡	悪性リンパ腫	92

表 4 病的/生理的集積における集積分布と SUVmax

	Group F (n=22)	Group L (n=62)	合計 (n=84)
病的 (n=19)	12.36±7.62 (2.84-29.85) (n=16)	11.66±7.77 (6.84-20.63) (n=3)	12.25±7.42 (2.84-29.85)
生理的 (n=65)	5.45±2.17 (2.85-8.99) (n=6)	4.95±2.40 (2.62-16.83) (n=59)	5.00±2.37 (2.62-16.83)
合計 (n=84)	10.47±7.24 (2.84-29.85)	5.28±3.09 (2.62-20.63)	

*

*: p<0.001

陽性的中率 53%, 陰性的中率 94%, 正診率 80%であった。

Group F に属するすべての例を病的集積と判断する場合は, 感度 84%, 特異度 91%, 陽性的中率 73%, 陰性的中率 95%, 正診率 89%という診断能であった。

考 察

小腸は全長約 6m, 全消化管の約 75%の長さと同約 90%の表面積を占めるが, 消化管悪性腫瘍に占める原発性小腸悪性腫瘍の割合は 3~6%と報告され¹⁾, その大きさに比べれば頻度は低い。しかし, 2000年にカプセル内視鏡, 2001年にダブルバルーン内視鏡が臨床導入²⁾されて以来, 小腸疾患の診断・治療は大きく変化した。近年, それらの機器と技術の発達とともに, 小腸腫瘍の報告例が

増加し, 小腸腫瘍は従来知られていたよりも高い頻度で存在することがわかってきた³⁾。

一方近年腫瘍の診断方法のひとつとして, FDG-PET/CT 検査も施行される。2002年4月より FDG を用いた全身 PET/CT 検査が保険適用となっており, 多くの癌腫にて質的診断, 病期診断, 再発・残存腫瘍の検索, 転移等で発見された患者における原発巣の検索等に活用されている。また 2010年4月より早期胃癌を除くすべての悪性腫瘍が保険適応となったため, 小腸腫瘍の精査目的の検査もより増加することが予想される。PET/CT では CT と PET の画像を融合することで, 各々画像単独や並べて読影するよりも精度の高い評価が可能である⁴⁾ ことに加えて, 一度に広範囲を撮像できるため予期していなかった病変の検出につながることも大きな

利点である。このため他の癌腫の精査目的で全身 PET/CT 検査が行われた際に、偶発的に小腸への集積を認めることがある。消化管への集積は様々な程度の生理的集積も含んでおり、その場合にどのような所見を有意に病的として精査すべきか判断に迷うこともある。今回我々の得た結果はそれらの判断に際しての一助となりうる。小腸への FDG の集積に関して Yamato らは、macro および microautoradiography によってインドメサシンによって誘導されたラットの小腸潰瘍および潰瘍治癒期において、粘膜に FDG の集積を認め、潰瘍の治療効果判定に有用である可能性があることを示したが、生理的な集積に関しての検討はなされていない⁵⁾。また我々が検索した範囲では、小腸（もしくは小腸病変）における FDG-PET/CT の有用性を主眼とした報告は認められない。他の癌腫では多くの報告がなされているのに対し、小腸腫瘍に関する FDG-PET/CT の報告が乏しい理由は、必ずしも明らかではないものの、1. 小腸疾患の有病率が低い、2. 他の検査で小腸病変が指摘されづらいので PET などによる精査される機会に乏しい、3. 症状が顕在化して発見されると治療が急がれ、PET/CT を実施する前に手術などが実施されてしまう、などが考えられる。

頻度が低い小腸病変への集積を伴う PET を、膨大な過去の検査を再度読影し捜し出すことは非常に困難である。このため今回我々は PET/CT の読影報告書を検索し、PET 核医学認定医が空腸や回腸への集積に関して何らかの記載をしていた例、すなわち「腫瘍性病変を疑う」、「生理的集積などの良性病変を考える」、「良性、悪性いずれともつかない」などを含み、ある程度の所見の幅を持つ PET 画像の群が抽出されることを期待し、この限りにおいて小腸への集積の特徴とその病的意義を明らかにすることを試みた。ただし、軽微な PET/CT 所見は指摘されないために偽陰性となった例が存在しうる点で限界をもつ。

消化管への生理的集積は胃、回盲部や右側結腸に多い^{6,7)}と報告されており、回盲部付近への生理的集積も多かった点は過去の報告に合致する結果と考えられ、母集団から大きくかけ離れた標本ではないと思われる。

今回の結果から、病的集積群または生理的集積群では、SUVmax は前者で高く、統計学的な有意差が認められた。ただし、生理的と判断された中でも SUVmax が 16.8 あるいは 13.5 と強い集積を認め、無治療にも関わらず経過観察の CT で異常は認めなかった例も経験された。これらの例では潜在的に何らかの炎症が存在していた可能性は残る。ただしいずれの例も無治療でも病変や症状が顕在化していないことは臨床的な病的意義は低い

ものと考ええる。

また病的集積に分類された中でも、SUVmax が 2.8 と集積度が低い平滑筋腫も経験された。この例では、CT 上 50 mm 大の腫瘤を認めており、集積度が低くても CT 所見を参考に適宜精査を勧めるべき場合もあると考える。

小腸の腫瘍性病変は、Treitz 靱帯および回盲弁付近に多いことが知られており^{8,9)}、病的集積群において C 領域への集積 (57%) と多くみられ、これに一致する結果と考えられた。

FDG 静注後 120 分以降に遅延相として再び PET/CT の撮像を追加する方法が悪性腫瘍の診断に関して有用であるとされ、様々な悪性腫瘍において早期相から遅延相にかけて FDG の集積が増加する傾向にあると報告が複数ある^{10~12)}。しかし、大腸を含む消化管への集積に関して、Torihara らは無症状の 39 名に関して腸への集積が遅延相で増加したとの報告¹³⁾もあり、遅延相での集積の増加が必ずしも悪性腫瘍を示唆する所見とは限らない。今回の検討では静注後 120 分以降の遅延相が撮像されたのは 14 例と少なく、今回は検討対象としていないが、今後消化管における遅延相追加の意義についてさらに検討が望まれる。

本検討にて、FDG 静脈内投与時の血糖値が 150 mg/dl 以上高値を示した患者 4 名含まれた。高血糖状態が FDG の集積を低下させ、診断に影響を及ぼすとの報告も散見される^{14,15)}が、しかし Hara らは糖尿病のような慢性的な高血糖状態の場合では FDG の集積に対する影響は最小限であり、診断に十分なレベルの集積を保つことができると報告している¹⁶⁾。

本検討で指摘された高血糖患者 4 名はいずれも糖尿病と診断されており、慢性的な高血糖状態であったと推定され、各々の対象病変への集積度は若干低くなっている可能性があるものの、判断あるいは画像の評価には大きな影響はないと考え、検討対象に含めた。

今回の結果からは、SUVmax > 5.8 をカットオフ値として用いて病的集積と診断する際の感度、特異度、正診率は各々 84%、78%、79%であった。大腸における限局的な集積は腫瘍の存在を示唆する所見であると報告されている^{17,18)}。我々の検討において、Group F と判定された 22 例中 16 例が病的な集積であり、Group F に属するすべての病変を異常と判断すれば、感度、特異度、正診率は各々 84%、91%、89%という結果であり、空腸・回腸において集積の分布による診断も大腸と同様に診断上有用な点である可能性があると考えられる。集積の程度と形状のどちらも考慮しつつ、小腸への集積を評価することが重要と考えられた。

今後より多くの症例を対象として、FDG-PET/CT による小腸病変の検出に関する検討が望まれる。

結 論

FDG-PET/CT における小腸への集積を検討した。その際には集積の程度と分布を考慮することが重要と考えられた。

文 献

- 1) Jemal A, Siegel R, Ward E, et al : Cancer statistics, 2009. *CA Cancer J Clin* **59** : 225-249, 2009.
- 2) Yamamoto H, Sekine Y, Sato Y, et al : Total enteroscopy with a nonsurgical steerable double-balloon method. *Gastrointest Endosc* **53** : 216-220, 2001.
- 3) Mitsui K, Tanaka S, Yamamoto H, et al : Role of double-balloon endoscopy in the diagnosis of small-bowel tumors : the first Japanese multicenter study. *Gastrointest Endosc* **70** : 498-504, 2009.
- 4) Antoch G, Saoudi N, Kuehl H, et al : Accuracy of whole-body dual-modality fluorine-18-2-fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography and computed tomography (FDG-PET/CT) for tumor staging in solid tumors : comparison with CT and PET. *J Clin Oncol* **22** : 4357-4368, 2004.
- 5) Yamato M, Kataoka Y, Mizuma H, et al : PET and macro- and microautoradiographic studies combined with immunohistochemistry for monitoring rat intestinal ulceration and healing processes. *J Nucl Med* **50** : 266-273, 2009.
- 6) 八尾恒良, 八尾建史, 真武弘明, 他 : 小腸腫瘍 最近5年間 (1995~1999) の本邦報告例の集計. *胃と腸* **36** : 871-881, 2001.
- 7) 宮原孝治, 稲葉知己, 石川久, 他 : 小腸腫瘍の診断に関する検討 空腸・回腸病変を中心に. *消化管の臨床* **15** : 7-12, 2010.
- 8) Abouziad M, Crawford E, Nabi H : 18F-FDG imaging : pitfalls and artifacts. *J Nucl Med Technol* **33** : 145-55, 2005.
- 9) Prabhakar H, Sahani D, Fischman A, et al : Bowel hot spots at PET-CT. *Radiographics* **27** : 145-59, 2007.
- 10) Kubota K, Itoh M, Ozaki K, et al : Advantage of delayed whole-body FDG-PET imaging for tumour detection. *Eur J Nucl Med* **28** : 696-703, 2001.
- 11) Kumar R, Loving V, Chauhan A, et al : Potential of dual-time-point imaging to improve breast cancer diagnosis with (18) F-FDG PET. *J Nucl Med* **46** : 1819-24, 2005.
- 12) Lodge M, Lucas J, Marsden P, et al : A PET study of 18FDG uptake in soft tissue masses. *Eur J Nucl Med, Jan* : **26** : 22-30, 2005.
- 13) Toriihara A, Yoshida K, Umehara I, et al : Normal variants of bowel FDG uptake in dual-time-point PET/CT imaging. *Ann Nucl Med* **25** : 173-18, 2011.
- 14) Lindholm P, Minn H, Leskinen-Kallio S, et al : Influence of the blood glucose concentration on FDG uptake in cancer — a PET study. *Nucl Med* **34** : 1-6, 1993.
- 15) Diederichs C, Staib L, Glatting G, et al : FDG PET : elevated plasma glucose reduces both uptake and detection rate of pancreatic malignancies. *J Nucl Med* **39** : 1030-1033, 1998.
- 16) Hara T, Higashi T, Nakamoto Y, et al : Significance of chronic marked hyperglycemia on FDG-PET : is it really problematic for clinical oncologic imaging? *Ann Nucl Med* **23** : 657-669, 2009.
- 17) Tatlidil R, Jadvar H, Bading J, et al : Incidental colonic fluorodeoxyglucose uptake : correlation with colonoscopic and histopathologic findings. *Radiology* **224** : 783-787, 2002.
- 18) Gutman F, Alberini J, Wartski M, et al : Incidental colonic focal lesions detected by FDG PET/CT. *AJR Am J Roentgenol* **185** : 495-500, 2005.