

連 載

## 日常診療と画像診断 (12) PET 健診と SUV

佐久間 貞行

### はじめに

ここに1例のPET(Positron Emission Tomography)画像を提示する。62歳男性。約10ヶ月前にPETがんドックを受診された。図1がその時のPET画像(MIP正面)である。診断は「生理的集積の他には胃、結腸脾曲部および下行結腸の一部にやや高い集積を認める。腫瘍性高集積は認めない」とした。10ヶ月後に下血を主訴として来院された。図2がその時のPET画像(MIP正面)である。診断は「S状結腸に径約32mm×20mm×30mmの塊状集積像がある。Max-SUVは50分の値が12.8、100分の値が23.2である。口腔周囲、心、肺、肝、腸管の生理的集積は前回にくらべ淡い」となった。この症例は2つの問題点を投げかけていると思われる。1つはドック検査の頻度と在り方の問題であり、どのような間隔でどのようなモダリティを選択するのが適切かを考えることである。もう1つは画像の精度の在り方で正常像のゆらぎの問題である。

### 検診の頻度とモダリティ

これまでは、検診の間隔は1年くらいが適切との考えで推奨してきた。しかしこの症例では1年では間隔が開き過ぎていた事になる。できればハイリスクグループの特定を行い、グループによって間隔を変えて、リスクの高いグループは6ヶ月間隔を推奨すべきかも知れないと考える。モダリティの選択は、現在行っている様にPETを中心としてこれを補完するCT、MRI、USを精度向上に最も効果的な組み合わせで年1回行い、間隔の補完についてはPET単独、これから臨床に導入されるであろうPET/CT、あるいはこれから開発されるであろうPET/MRIで行うことが考えられる。

### 読影の基準

PET画像は代謝画像である。従って画像の精度には被験者の運動や血糖値な

どの生理学的、生化学的問題、薬剤の投与量などの、化学的、薬理学的問題、装置、測定法の物理学的、数学的問題など多くの条件が影響する。その条件についてはこれまでも多くの考察や知見が報告されており、検査にあたっての被験者への注意や、装置として実装等対処もされているが問題も多い。

現在のところ腫瘍用 PET 検査薬はその殆どが FDG(2-deoxy-18F-fluoro-D-glucose)である。平成14年4月の健康保険適用を見越した PET 施設の開設や、採用後の開設で、FDG-PET の臨床応用例が増加してきている。そこで2回目、3回目の検査受診者や、異なった施設で検査を受ける症例も出てきている。この場合、同一機器では投与量を含めた精度の恒常性保持の問題、同一施設で複数台の機器を有している場合には機器間、施設が異なる場合にはそれぞれの施設間の精度管理の問題がある。また比較するためには PET 画像の基準化の問題がある。

FDG は葡萄糖と同様に細胞内に取り込まれて、ヘキソキナーゼによりリン酸化されて、FDG-6-リン酸まで代謝される。それ以上は解糖系の代謝を受けずに組織内に蓄積される。

FDG-PET の診断画像は、代謝によって体内に摂取され分布した FDG から放出されるγ線の放射線量の測定結果と各種補正に基づくデジタル画像である。一般には濃度に変換した画像をモニタ上で、あるいは焼き付けた画像として診断している。

画像診断は肉眼的に濃度の視認による摂取量の想定と、その分布の形態的情報を解剖学や病理学の知識との照合によって行っている。濃度を色調に変換することにより認知し易くなることもある。特に受診者への画像の説明に用いると理解を深めやすい。

### **SUV (standard uptake value)**

FDG-PET 画像は代謝画像である。したがって時間的推移も重要な判断根拠となる。2回撮像すると時間がかかり、1日で出来る検査件数が減るので嫌う向きもあるが、早期相、遅延相と時間差をとった撮像を得ることが望ましい。我々は FDG の注射後40～60分で早期相、100分～120分で遅延相を撮っている。

もともと代謝を基にした計測値が基礎にあるので、計数値を診断に用いることも行われている。時間差や症例間の比較には便利である。しかし数値化すると肉眼的判定よりも、より精度が問われることが多くなる。临床上は半定量的な SUV あるいは DAR(differential adsorption ratio)といった投与量と体重などで

補正した指標がよく利用される。SUVは血糖値、肥満度、装置の精度などに影響される。これも診断上の留意点である。

使用中のGE装置(ADVANCE NXi)にも計算式のソフトウェアが実装されている。SUVは測定したい部位の形に、より近接した関心領域(ROI: region of interest)を設定して、ROI内の各VoxelのSUVの平均値、標準偏差、最低値、最高値が計算表示される。この全てを記載すれば良いのであろうが煩雑である。そこで一般的によく記載されているのはその中の平均値(Mean-SUV)である。しかしこの値はROIの設定の仕方によって左右されることが多い。その実際についての検討もなされている。脳の測定時にROIに含まれる各脳組織の割合の算定などである。例えば腫瘍細胞自体は摂取が高いが中心壊死を起こしている腫瘍の外輪郭にROIを設定したのと、中心壊死を外してROIを設定したのとでは数値に差が出るのは当然であるし、腫瘍内部が均質な疾患でも周囲の健常組織が設定したROIに含まれる量によって数値に差が出ることになる。偏差値をつければよいとの考え方もあるが、判りにくい。そこで我々は日常の簡便な指標として平均値ではなく最高値(Max-SUV)を用いている。これならばROIの設定にとらわれない。数例について数回の繰り返し実験を行ったが再現性を求めることができた。画像表示するには等高線色表示を用いるとSUVの分布が理解しやすくなり、病理組織との対比もし易くなると考えている。J-MacのVOX-BASEではROI内のSUVの分布と平均値をグラフ化するとともにSUVの平均値、偏差値、最高値、最低値を表示する。さらに等高線色表示もできるソフトウェアの開発をして貰って活用している(図3)。

### SUVの臨床

正常組織のSUVは、肺:約0.7、骨髄:約1、脾:約2、肝:約2.6、大脳:平均約18程度である。肺・脾・肝は比較的個人差が少ないが、胃には炎症性の疾患を伴う症例が多く、大腸は便秘などの影響を受けやすい。大脳は血糖値や血流などの影響が大きい。

これまでにSUVと病理組織を対比できた症例は約42例である。

SUVは組織の活性を反映すると考えられている。

悪性リンパ腫は30を超えるMax-SUVを示すものも多い。p1T1N0M0の右肺腺癌であったドック症例では、PETは右肺尖に径約15mmの点状集積を認め、Max-SUVは4.9であった(図4)。次もドック症例でp1T1N1M0の右肺扁平上

皮膚癌である。PET では右肺底に径約 12mm の点状集積を認め Max-SUV は 10.3 であった(図 5)。一般に知られているように肺癌では、腺癌に比べて増殖が活発とみられる扁平上皮癌の SUV が高い。しかし同じ腺癌であっても器官によって SUV は異なる。結腸癌は高分化型腺癌であっても一般的に高い SUV を示す。ドック症例の全周性進行性の上行結腸高分化型腺癌であるが、PET では長径約 37mm の塊状集積を示し Max-SUV は 13.8 であった(図 6)。同じような高分化型の進行性 S 状結腸癌では、PET では長径約 30mm の塊状集積を示し Max-SUV は 12.6 であった。肺の扁平上皮癌とほぼ等しい値である。ほぼ同じ高分化型の進行性上行結腸癌でも、PET では長径約 30mm の塊状集積を示したが Max-SUV は 7.9 とやや低い値を示した例もある。これと等しい SUV を示したのが直腸の径約 16mm の腺腫内高分化型腺癌の症例で、PET では長径約 15mm の点状集積を示し Max-SUV は 7.6 であった(図 7)。低値を示したのは小さい、良性の腺腫に囲繞されていたなどによろう。ドック症例の直腸ポリープの 1 例では Max-SUV は 5.2 であったが(図 8)、高い症例では Max-SUV が 8 という例もあった。いずれも統計処理できるほどの症例数ではないが、感覚的には SUV を診断の補助として用いることにより疑問符をつけながらも診断を深めることが出来そうである。

(名古屋大学名誉教授、札幌新世紀病院名誉院長)

## 参考文献

- 1) 正津晃、井出満、他：最新の画像診断機器を用いた成人病検診,日本医事新報,1996.
- 2) クリニカル PET 編集委員会：臨床医のためのクリニカル PET,先端医療技術研究所,2001
- 3) Wahl R L Ed.: Principles and Practice of Positron Emission Tomography, Lippincott , 2002.
- 4) 井出満:PET による癌検診の現状,新医療,2002 年 3 月号 No.327:88~91
- 5) 米倉義晴:PET 薬剤保険適用の現状と将来,医学のあゆみ,2002 年 8 月 17 日号 Vol.202 No.6.7:373~376



図1. PET がんドック時の MIP 像



図2. 10ヶ月後のPET 腫瘍性集積出現

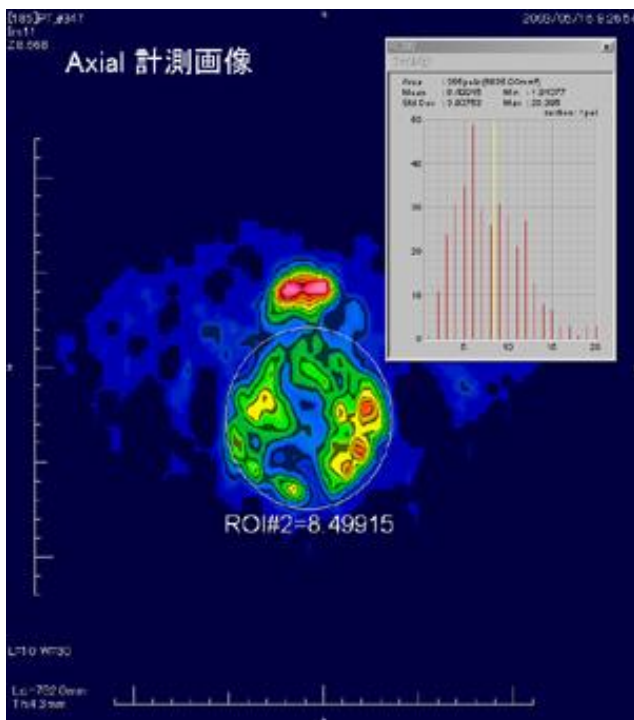


図3. SUV の等高線表示と諸計測値



図4. 右肺高分化型腺癌



図5. 右肺扁平上皮癌

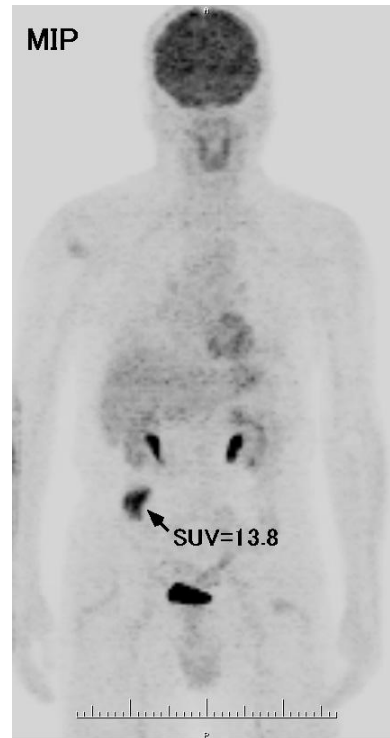


図6. 上行結腸高分化型腺癌



図7. 直腸の腺腫内高分化型腺癌



図8. 直腸ポリープ