



展 TENBO 望

乳房専用 PET 検査の展望



川本 雅美

Kawamoto Masami

(ゆうあいクリニック 放射線科)

1 乳癌と核医学検査

“乳癌と核医学検査の関わりは深い”と思われる。

古くから乳癌の骨転移の評価に骨シンチグラフィが活用され、抗がん剤感受性の予測のために^{99m}Tc-MIBI シンチグラフィが有用であり、補助的に腫瘍の良・悪性の鑑別、転移・再発診断も行われていた。手術前のリンパ節郭清範囲を決定するためのセンチネルリンパ節シンチグラフィはその感度が高いことが知られており、乳癌外科からの信頼を得ている。

日頃から核医学に携わる者の立場としては、FDG-PET、あるいは PET/CT 検査はほかの悪性腫瘍と同様に乳癌においても、その良・悪性の鑑別、病期診断、転移・再発診断の全てにおいて有用と信じて疑わなかった。しかし、ごく一般的な乳癌の画像診断の教科書を見ると、乳癌のスクリーニングにはマンモグラフィと超音波検査が適して、良・悪性の鑑別診断はマンモグラフィ、超音波検査、MRI であり、特に乳癌の広がり診断には MRI が推奨されており、ここまでに FDG-PET の文字は見当たらない。FDG-PET 検査は病期診断・再発診断の一手段として扱われている程度のことが多い。

果たして、FDG-PET あるいは PET/CT は乳癌の診療にそれほど役立っていないのか？

2 FDG-PET における乳癌診療の問題点

(独)国立がん研究センターからの報告によると²⁾、乳癌の 10 年生存率には T1b (腫瘍径が 0.5 cm 以上 1.0 cm 未満) と T1c (腫瘍径が 1.0 cm 以上 2.0 cm 未満) の間に有意差があり ($P=0.003$)、いかにして径 1.0 cm 未満の乳癌を発見するかが重要となる。

有効なスクリーニング手段とされているマンモグラフィ、超音波検査では言うまでもなく、造影剤を使用した MRI においても径 1 cm 未満の乳癌を検出することは可能である。ただし、マンモグラフィは若年者の高濃度乳腺では有効性が限定されている。超音波検査は小病変の検出に優れているが、石灰化の評価が難しい場合がある。一方、MRI は高濃度乳腺における乳癌の検出にも有用で、その感度・特異度ともにマンモグラフィよりも高いとの報告があるが、月経周期を考慮する必要があり、造影剤使用に伴う副作用が少なからず存在することが懸念される。

それでは FDG-PET はどうか。従来の全身用

PETでは、乳癌に限らず径1 cm未満の小さな悪性腫瘍の検出・評価は難しい。これはPET装置の空間分解能の限界によるものだが、PET/CTの登場によって空間分解能は向上し、病変部とのコントラストも改善した。さらに最近ではTOF (Time of Flight) など新技術の開発も進み、mm単位の悪性腫瘍の検出も可能となりつつある。

しかし、FDG-PETあるいはPET/CTによる乳癌診断の問題点はそれだけではない。

乳房は前胸部に位置しているために仰臥位での撮像では呼吸移動の影響が避けられない。また、健全な乳腺組織にも生理的なFDG分布がみられるので、その中から小さな乳癌を検出するのは難しい。もちろん、これまでに全身用PETでも腹臥位での撮像で呼吸移動を軽減させる、遅延画像を追加してコントラスト上昇をはかるなどの工夫がなされてきているのだが、十分な検出能は得られていないのが現状である。

3 乳房専用装置の開発

以上より乳癌診療における課題として①空間分解能の向上、②呼吸性移動の低減、③乳腺への生理的集積との鑑別の3点が挙げられる。これらの問題点を克服すべく開発されたのが、乳房専用のPET装置である。

乳房は体表面に位置しているので、専用の検出器を限りなく近づけて乳房のみを近接撮像することができる。より近くからデータを収集することにより、更なる空間分解能の向上が期待される。そして、検出器により乳房を固定するか、臥位若しくは腹臥位で撮像すれば、呼吸性移動は低減され、検出感度の上昇にもつながる。このようにして乳房のみを時間をかけて撮像することで、乳腺への

FDG分布を詳細な画像として得ることができ、健全部と病変部のコントラストが明瞭になることが予想される。

このようなコンセプトで開発された乳房専用PET装置には、既に本邦でも承認されている装置・現在開発中の装置も合わせ、以下のような2つのタイプがある。検出器の配列に着目して、対向型^{3,4)}、リング型^{5,6)}と呼ばれている。

①対向型乳房専用PET装置 (図1, 2)

マンモグラフィのように2枚の平板状の検出器で乳房を挟んで撮像を行い、検出器に平行な断層画像を得る。左右の乳房ごとに内外斜位方

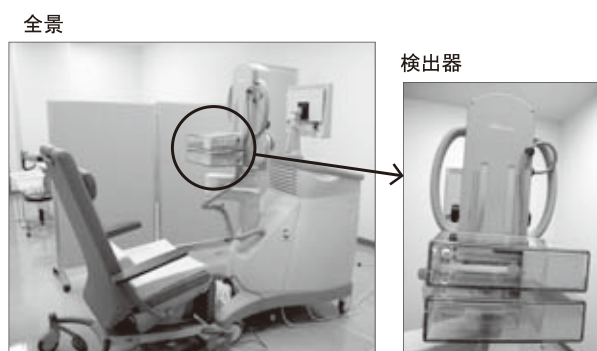


図1 対向型乳房専用PET装置

Naviscan社製の乳房専用PET装置。マンモグラフィのように2枚の平板状の検出器で乳房を挟んで撮像を行う。左右の乳房ごとに内外斜位方向と頭尾方向の2方向、計4回の撮像が基本となる

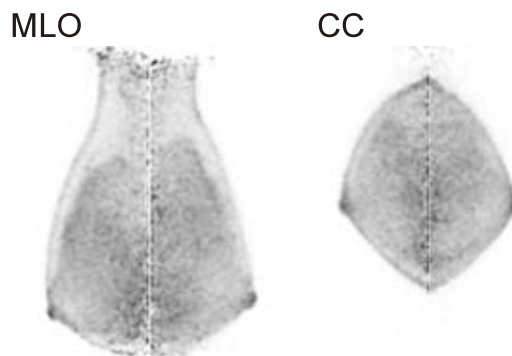


図2 対向型乳房専用PET 正常症例

対向型の乳房専用PET装置では左右の乳房ごとに内外斜位方向(MLO)と頭尾方向(CC)の2方向、計4回の撮像が基本となる

向と頭尾方向の2方向、計4回の撮像が基本となる。

②リング型乳房専用PET装置(図3)

検出器をO型あるいはC型に配列した装置である。腹臥位あるいは半座位にて、検出器の中心に乳房を下垂させて撮像を行う。360度方



図3 リング型乳房専用PET装置
(株)島津製作所製の乳房専用PET装置。検出器をO型に配列したタイプであり、腹臥位で検出器の中心に乳房を下垂させて撮像を行う。ただし、これはプロトタイプであり、製品版はデザインが変更される予定である

向からのデータ収集により、任意の断面の画像を得ることができる。

4 乳房専用PETの使用について⁷⁾(ガイドラインより)

保険適用上、乳房専用PET検査は必ず全身PET検査との併用が条件となっており、なおかつ全身PET検査後に行うことが推奨されている。これには乳房撮像の位置決めにおける診療放射線技師の被ばく低減、全身PET画像を参考にした適切な撮像範囲の設定、更には時間の経過による腫瘍/バックグラウンド比の上昇をはかる目的がある。

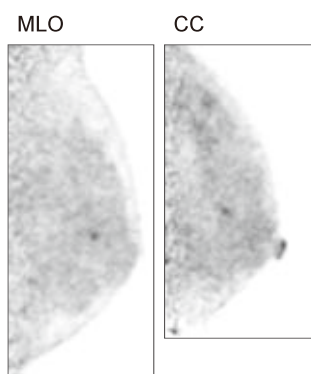
FDGの投与量は全身PET検査と同様でよく、乳房撮像を行うための追加投与の必要はない。なお、乳房専用PETも1台のPET装置と考えられており、専任の診療放射線技師が1名必要である。全身PET装置との併用検査が条件であることから、実施施設では計2名の診療放射線技師を要することになる。

5 当院乳房専用PET装置(対向型装置)の症例

全身PET画像



乳房専用PETで撮像した左乳房画像



【症例1】40歳代女性(図4)

検診時のマンモグラフィで石灰化を指摘されたが、良性として経過観察されていた。全身PET検査では異常集積は見られず、乳腺には生理的と考え得るFDG分布を認めるのみである。乳房専用PET装置では左乳腺のC領域に小さな結節状高集積が認められ、乳癌が疑われる。専門施設での精密検査でも乳癌と診断され、手術が施行され、非浸潤性乳管癌(DCIS)という結果を得た。

【症例2】50歳代女性(図5)

既に乳癌と診断されており、術前化学療法前の評価目的でPET検査を行った。全身PET画像では右乳房に異常集積を

図4 40歳代女性 左非浸潤性乳管癌(DCIS)
全身PET画像では異常集積は認められない。乳房専用PET画像では左乳腺C領域に異常集積があり、乳癌が疑われた

認め、乳癌として矛盾しない。乳房専用PETでは主腫瘍を示す集積のほかに、娘結節と考え得る集積が認められている。全身PET画像ではどんなに条件を変更しても、描画される異常集積は1つだけであった。

6 まとめ

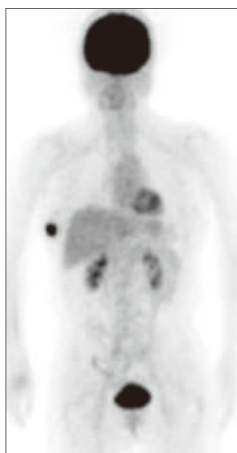
これらの乳房専用PETはマンモグラフィや造影MRIと同程度の感度及び特異度を有しており、乳癌の診療に有用な手段になると考えられる。全身PETとの併用が条件であるが、あわせて乳癌の正確な病期診断や再発診断が可能となり、治療方針の決定に大きく貢献できることが期待される。

これからも“乳癌と核医学検査の関わりは深い”であろう。

参考文献

- 1) FDG-PET, PET/CT 診療ガイドライン2012 (日本核医学会), 核医学, **49**(4), 391-401 (2012)
- 2) Ichizawa, N., *et al.*, Long-term results of T1a, T1b and T1c Invasive breast carcinomas in Japanese women: validation of the UICC T1 subgroup classification, *Jpn J Clin Oncol*, **32**(3), 108-109 (2002)
- 3) Berg, W.A., *et al.*, Breast cancer: comparative effectiveness of positron emission mammography

全身PET 画像



乳房専用PETで撮像した右乳房画像

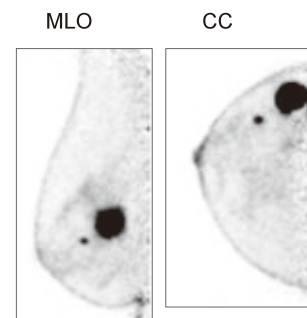


図5 50歳代女性 右乳癌

全身PET画像でも乳癌を示す異常集積は明らかである。しかし、乳房専用PET画像では主病変を示す集積のほかに、娘結節を示す小さな集積も描画されている

and MR imaging in presurgical planning for the ipsilateral breast, *Radiology*, **258**(1), 59-72 (2011)

- 4) Schilling, K., *et al.*, Positron emission mammography in breast cancer presurgical planning: comparisons with magnetic resonance imaging, *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, **38**(1), 23-36 (2011)
- 5) Furuta, M., *et al.*, Basic evaluation of a C-shaped breast PET scanner, *IEEE NSS&MIC 2009 Conference Record*, 2548-2552.
- 6) Iima, M., *et al.*, Clinical performance of 2 dedicated PET scanners for breast imaging: initial evaluation, *J Nucl Med.*, **53**(10), 1534-1542 (2012)
- 7) 乳房専用PET診療ガイドライン (日本核医学会), 核医学, **50**(3), 1-9 (2013)