

高分解能ポジトロンカメラによる心筋欠損描出能の基礎的検討

杉本 勝也^{*} 山本 和高^{**} 土田 龍郎^{**}
定藤 規弘^{**} 楊 景濤^{**} 石井 靖^{**}
脇 厚生^{**} 米倉 義晴^{**}

【目的】

福井医科大学高エネルギー医学研究センターに設置された高分解能ポジトロンカメラGE社製Advanceの心筋欠損描出能を評価するため、基礎的検討として、心筋の内臓側に限局した欠損モデルファントムを作成し、欠損部に残存する心筋壁をどの程度正確に描出可能か検討した。さらに、残存壁厚を定量するための最適な指標についても検討した。

【方法】

心筋内臓下欠損モデルファントムは京都科学標本社製RH-2型の心臓ファントムの心筋内の内臓側に、大きさと厚さを変化させた円盤状の欠損モデルを設定したものである。欠損の直径は10mmと30mmで、厚さは0～10mmの範囲で2.5mmおきに変化させた。固定位置は中央部の同一短軸断面層の前壁と下壁である。左室壁内を¹⁸F水溶液(1mCi)で満たし、心室内には水を注入して、縦隔部に水、肺野部に木粉、脊椎にはテフロン製の胸椎を充填した胸部ファントムに取り付けて、PETを撮像した。

PET装置はGE社製Advanceで、空間分解能は視野中心の断面内分解能が3.8mmである。撮像条件は2次元収集法の高分解能(HR)と高感度(HS)の両モードで行い、トランスミッション測定及びエミッション測定は各10分である。画像再構成はマトリックスが128×128、Display FOVは19.2cm、フィルターはHanning(cut off = 4mm)でトランスミッション測定による吸収補正を行った。

Fig. 1に残存心筋壁の厚さの定量法を示す。欠損部中央を含む短軸断面像において、欠損部の壁に対し中央を垂直に横断するプロファイルカーブから以下の3種類の指標を求めた。

1. FWHM (mm)
2. 最大値 (MAX)
3. Area (MAX × FWHM)

ただし、縦軸は画像内の最大カウントを100%に規格した% uptakeである。

【結果及び考察】

Fig. 2にHRとHSの画像の比較を示す。HRとHS共に残存壁厚7.5, 5.0, 2.5mmの識別が視覚的に可能であった。また、比較的短時間の収集ではHSの方がノイズの影響が少ない。

Fig. 3にHSの前壁の欠損の中央を垂直に横断するプロファイルカーブを示す。欠損の直径30mmでは残存壁厚が薄くなるとカーブの幅も狭くなるが、部分容積効果の影響により最大値も低下した。欠損の直径10mmでも同様であるが、直径30mmと比較してカー

ブの幅が広く、完全欠損では0にならずに最大20%のピークが生じた。これは欠損の周囲からのカウントが部分容積効果の影響により加算されたためと思われる。

Fig. 4にFWHMと左室心筋壁厚との関係を示す。直径10mmの欠損では壁厚が薄くなるほど過大評価となり、残存壁厚2.5mmでは逆比例した。直径30mmの欠損では比例関係にあるが、壁厚が薄くなるほど過大評価となり、FWHMのみでの定量には限界がある。

Fig. 5に最大値と左室心筋壁厚との関係を示す。直径10mmの欠損では壁厚が薄いほど過小評価となり比例しない。また、壁厚0mmが0%でなく20%のuptakeを認めた。直径30mmの欠損においても壁厚が薄いほど過小評価となり比例しない。よって、% uptakeの最大値のみでの定量は行えない。

Fig. 6にareaと左室心筋壁厚との関係を示す。直径10mmの欠損におけるareaと左室心筋壁厚との相関は、

$$\text{HSの前壁} : r = 0.99, y = 88.78x + 138.10$$

$$\text{HSの下壁} : r = 0.97, y = 77.03x + 150.16$$

$$\text{HRの前壁} : r = 1.00, y = 88.34x + 113.25$$

$$\text{HRの下壁} : r = 0.99, y = 76.17x + 165.09$$

であり、比例関係にある。直径30mmの欠損におけるareaと左室心筋壁厚との相関は、

$$\text{HSの前壁} : r = 1.00, y = 104.70x - 57.53$$

$$\text{HSの下壁} : r = 1.00, y = 100.28x - 10.98$$

$$\text{HRの前壁} : r = 0.99, y = 104.95x - 61.45$$

$$\text{HRの下壁} : r = 0.99, y = 97.48x + 0.43$$

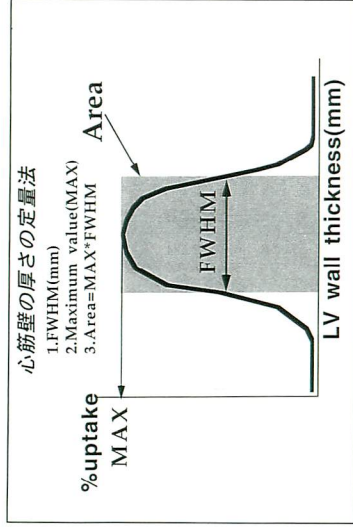
であり、比例関係にある。直径10mmでは傾きが20%低下し、壁厚2.5mmでは過大評価の傾向がある事を考慮すれば、定量法としてArea法はFWHM法とMAX法を掛け合わせて算出するため、お互いの誤差が相殺され、残存壁厚と最も良い比例関係にあり有用である。

今回の検討では最新のPET装置の解像力と定量性により、従来の装置では困難であった壁厚1cm以下の病変が検出可能となった。従来の装置では解像力の低さから、1cm以下の壁厚の場合、同じ放射能濃度でも部分容積効果の影響により画像上のカウントと壁厚がほぼ比例していた。しかし、装置の進歩により解像力が向上すると、それだけ部分容積効果の影響が薄れ、比例関係がなくなることが示された。しかし、Area法はこれを解決する指標としての有用性が期待される。

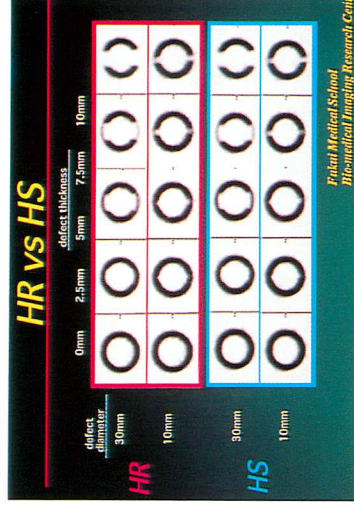
【結語】

高分解能ポジトロンカメラにより、心筋内臓下に限局した欠損の識別は2.5mmまで可能である。また、残存心筋量の指標としてArea法が有用である。今後、心電図同期PETにおける残存心筋量を評価する指標として、臨床応用を検討していく必要があると考えられる。

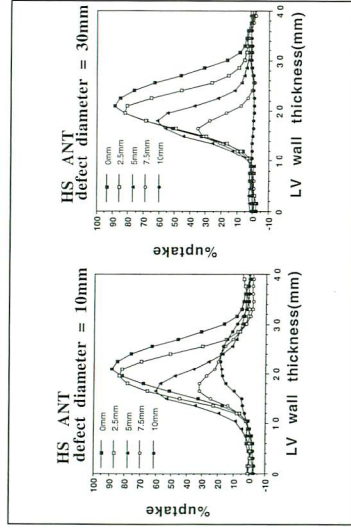
^{*} 福井医科大学 放射線部
^{**} 同 放射線科
^{**} 同 高エネルギー医学研究センター



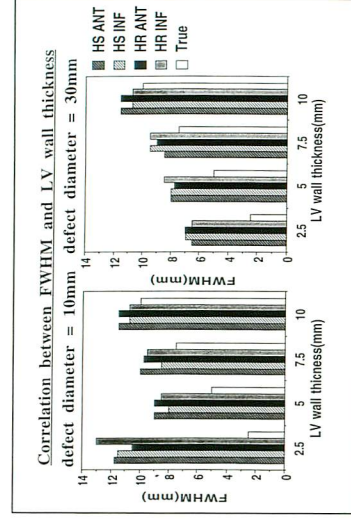
▲ Fig. 1



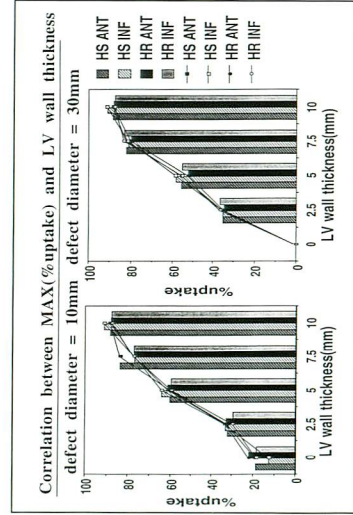
▲ Fig. 2



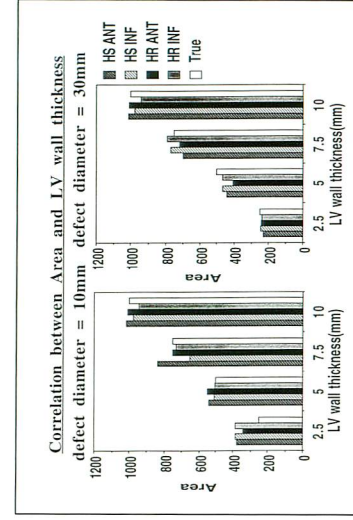
▲ Fig. 3



▲ Fig. 4



▲ Fig. 5



▲ Fig. 6