

²⁰¹TlCl発生光子の異なった吸収差を利用したSPECTの減弱補正 —心筋ファントムおよび臨床例への応用—

小野口昌久* 高山 輝彦** 中嶋 憲一***
大岡 裕子**** 福岡 武郎**** 本村 信篤*****

【はじめに】

心筋では、特に下壁において、減弱によるカウンターの低下・散乱線による空間分解能のボケが原因で過小評価が起こることが指摘されている¹⁾。近年、外部線源を用いた減弱補正法の開発が行われているが^{2),3)}、外部線源の利用は装置面などから煩雑であった。今回、外部線源を用いずに簡便に散乱減弱補正を行う方法を考案し、心筋ファントムと臨床例への応用を試みたので報告する。

【方法】

1. 使用機器

三検出器型ガンマカメラ(東芝GCA9300A)を使用した。コリメータには低エネルギー高分解能(LEHR)を用い、71keVおよび167keVのウインドウ幅は20%とした。画像処理装置はワークステーション(東芝AS7000U10/440CR3)を用い、プログラムにはC-shellを使用した。散乱線補正にはTEW(Triple Energy Window)法を用い、71keVに対してのみ行った。収集マトリクスは64x64、360度収集、60方向、収集時間は心筋のprojection dataのカウン트가100counts/pixelになるように設定した。

2. 心筋ファントムおよび臨床例

心筋ファントムには京都科学製(RH2型)を用いた。また、肝臓からの影響を検討するため、肝臓に放射能を注入したモデルも作成した。さらに、心筋梗塞モデルとしては前壁と下壁部に欠損部を設けた。使用した放射性核種は²⁰¹TlCl、放射能濃度は、心筋部6.0μCi/ml(容積105ml)、肝臓部1.5μCi/ml(容積1100ml)とした。肺野・縦隔・右室腔は水を入れた。

また、臨床的検討では、正常例3例(平均年齢62歳)および症例2例(中隔病変、下壁病変)の計5例で施行した。

3. データ解析手順

JISファントムによる基礎検討から求めた71keVと167keVのカウン同比5, 線減弱係数比2.2777を用いた。前処理フィルタにはButterworth(以下BWF)を用い、オーダー8で遮断周波数0.10, 0.20, 0.25および0.30cycle/pixel, 再構成フィルタにはrampを

使用した。

4. 評価法

散乱減弱補正なし(Scatter(-), Attenuation(-); 以下S(-)A(-)), 散乱補正のみあり(S(+), A(-)), 散乱減弱補正あり(S(+), A(+))の三種類の処理に関し、視覚的評価と定量的評価を行った。定量的評価では、短軸像のmiddle部に前壁(A)・側壁(L)・下壁(I)・中隔(S)の関心領域を設定し、平均カウントを求め、%uptakeを算出した。また、臨床病変例では、正常例の%uptakeを利用して病変検出能を検討した。

5. 検定

平均±標準偏差(SD)を算出した。一元配置分散分析法(One-factor ANOVA)とStudent's (Welch's) t-testを用い、危険率(p) < 5%を有意とした。

【結果】

1. 心筋ファントム

視覚的評価ではBWF(8, 0.20), (8, 0.25), (8, 0.30)の3種類のフィルタで画像を作成し検討した。その結果、BWF(8, 0.20), (8, 0.30)ではボケが多かったため、今回、BWF(8, 0.25)を用い評価した。

正常モデル心筋ファントム断層像を示す(図1)。肝臓放射能の有無に関係なく散乱減弱補正により下壁カウントの回復がみられた。

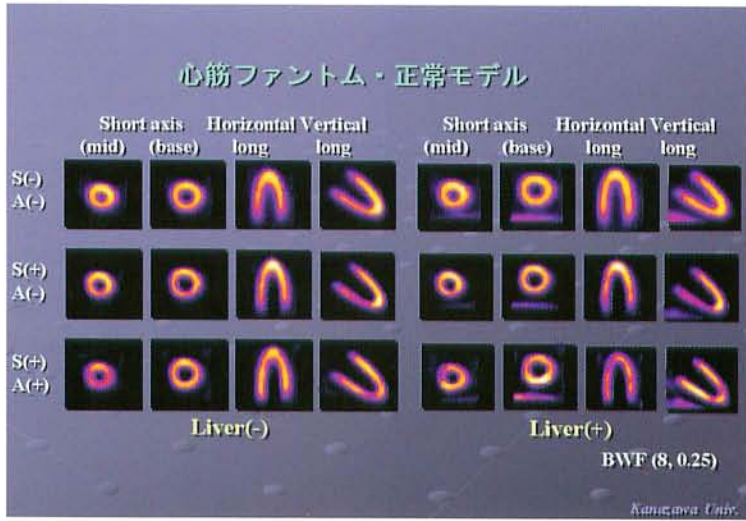
前壁および下壁の心筋梗塞モデルの各断層像を図2に示す。散乱減弱補正により前壁、下壁の欠損がより明瞭に描出された。定量的評価では、特に下壁欠損の場合、肝臓放射能の有無に関わらず散乱減弱補正によりカウントが上昇し、欠損部も明瞭に認識できた。

2. 臨床例による検討

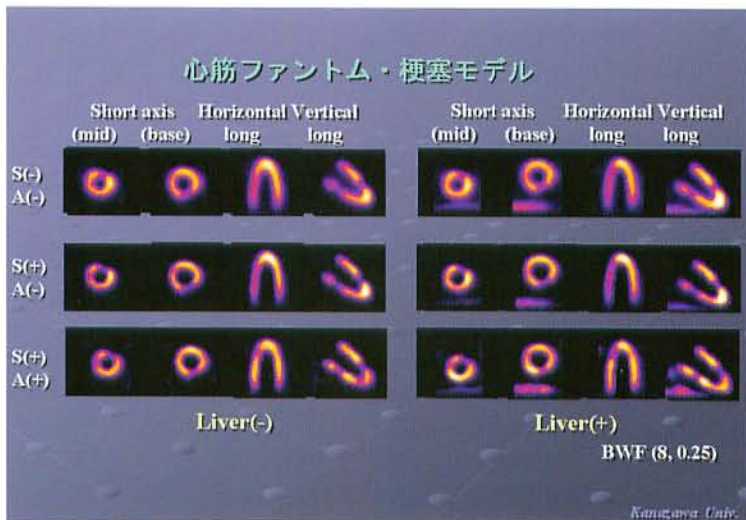
正常例の断層像を図3に示す。散乱補正のみでも内腔がよく描出されているものの下壁のカウント低下が著明となったが、散乱減弱補正により下壁カウントが回復した。定量的評価では、正常例3例を用い、%uptakeの平均±標準偏差を算出した結果、散乱減弱補正なしと散乱補正のみありでは、各心筋壁間の変動に有意差が認められた。しかし、散

*金沢大学大学院 医学系研究科量子医療技術学講座
** 同 医学部附属病院核医学診療科

***金沢大学大学院 医学部保健学科
****東芝メディカルシステムズ



▲図1



▲図2

乱減弱補正ありでは変動に有意差は認められなかった。

下壁病変の断層像を図4に示す。散乱減弱補正により欠損部が明瞭となり、かつ内腔も鮮明となった。定量的評価では、散乱減弱補正を行っても下壁カウントは最も低値となり、病変の判別も問題ないと考えられた。正常3例の%uptakeの平均値、正常値-SDおよび正常値-2SDを算出し、下壁の病変検出能を検討した。散乱減弱補正なし、散乱補正のみありでは、病変部の%uptakeが正常値-2SDよりも大きくなり、閾値を正常値-2SDとした場合、病変部を見逃してしまう可能性があるが、散乱減弱補正ありでは正常値-2SDにおいても十分診断できると考えられた。

【まとめ】

心筋ファントムの検討では、正常モデルでは下壁のカウントが回復し心筋全体のカウントがほぼ均一となった。また、心筋梗塞モデルでも、特に肝臓の集積が少ない場合、欠損部がより明瞭に描出された。

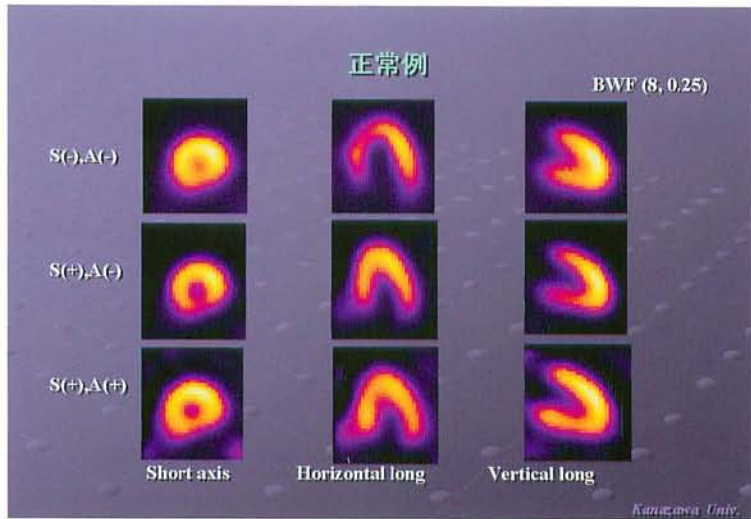
臨床的検討において、正常例では心筋ファントムと同様に下壁のカウントが回復し、心筋全体のカウントが均一となった。病変例でも病変検出能が低下することなく描出することができた。

【結語】

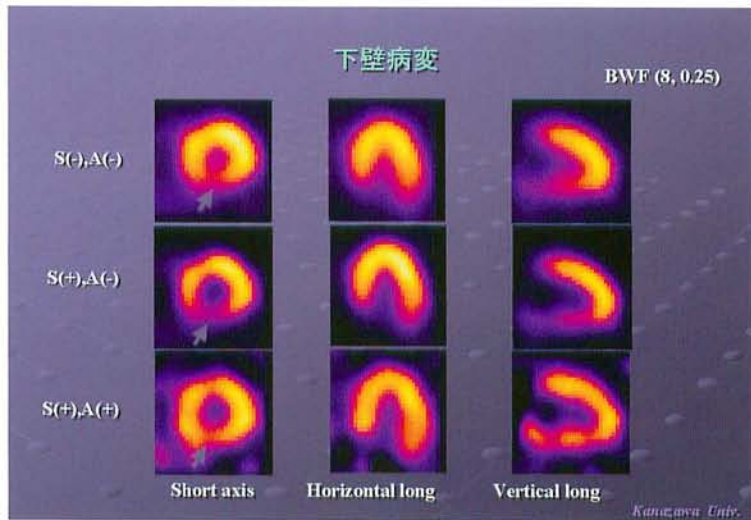
本法の散乱減弱補正により心筋全体のカウントが均一となり、心筋壁、心室腔が明瞭に描出された。特に下壁での散乱減弱補正の効果は著明であり、臨床使用の可能性が示唆された。しかし、最適カウント比と線減弱係数比の設定には注意を要するので、更なる検討が必要であると考えられた。

【参考文献】

- 1) Hansen Cland, Siegel JA.: Attenuation Correction of Thallium SPECT Using Differential Attenuation of Thallium Photons. J Nucl Med 33 : 1574-1577, 1992.
- 2) Broun JK, Tang HR, Hattenar RS, Bocher M, et al.: Intrinsic dual-energy processing of myocardial perfusion images. J Nucl med 41 : 1287-1297, 2000.
- 3) 渡邊克司 編：診療放射線技術選書8 放射線同位元素検査技術, 南山堂, 2000.



▲図3



▲図4