156. 心筋SPECT画像における適正フィルターの検討 Evaluation of optimized filtering for myocardial perfusion with ^{99m}Tc

滋賀医科大学附属病院放射線部 ○牛尾哲敏 大西英雄 松尾 悟 野間和夫
N.Ushio H.Ohnishi S.Matsuo K.Noma
高橋雅文 濱津尚就 増田一孝
M.Takahashi N.hamazu K.masuda

【目的】近年、 ^{99m}Tc や ^{123}I など、 ^{201}Tl と比較し高いエネルギーを有する心筋製剤が開発されたことにより、 ^{201}Tl に比べて分解能の高いより定量性のあるSPECT画像を得ることへの期待が高まっている。そのため、核種、システム等による適正なフィルターの選択が重要と言える。今回、我々は心筋ファントムによるSPECT画像評価を、前処理フィルターの代表的なバターワースフィルターを用い、最適遮断周波数の検討を行った。画像復元フィルターであるウィナーフィルターについても若干の検討を行った。また、 ^{99m}Tc 製剤の特徴である、1日検査法による投与量の差における適正フィルターの検討もあわせて行った。

【使用機器】核種は ^{201}Tl (74MBqを投与した時、その約4%が心筋に集積すると想定) と ^{99m}Tc (740MBqを投与した時に、その約2%が心筋に集積すると想定)、シンチカメラは、東芝社製GCA-901A、コリメータは、低エネルギー高分解能コリメータ (以下、LEHR) と汎用コリメータ (以下、LEGP) の2種類、収集マトリックスは64*64の1.5倍収集、再構成フィルターにはRAMP-filterを使用。

【方法】心筋ファントムを用い、バターワースフィルターの検討は、基準画像 (Reference) として、180度収集法、1step/6度/150秒収集により得られたデータに対し、バターワースフィルターの遮断周波数 (fc) を0.3cycle/pixel、オーダー:8とし、再構成フィルター (RAMP) にて画像再構成、また処理画像として、180度収集法、1step/6度/30秒収集のデータに対し、遮断周波数 (fc) 0.1~0.3cycle/pixelの間を0.025cycle/pixel間隔で変化させ、再構成フィルター (RAMP) にてそれぞれ画像再構成を行う。ウィナーフィルターの検討は、基準画像 (Reference) として、180度収集法、1step/6度/150秒収集により得られたデータに対し、再構成フィルター (RAMP) のみで画像再構成、処理画像として、180度収集法、1step/6度/30秒収集のデータに対し、ウィナーフィルターの式において

$$H(f) = \text{MTF}(f) / \{ (\text{MTF}(f))^2 + P_n(f)/P_f(f) \} \quad \text{MTF}(f) = \exp(-\pi^2 f^2 m^2 / 2.773)$$

ここで、 P_n/P_f を0.1とし、 m 値 (FWHM、単位はpixel) を2.0、3.0、4.0と変化させて画像再構成を行う。評価は、それぞれのSPECT画像に対して、2次元パワースペクトルの動径強度分布関数 $Pr(n)$ による比較、および基準画像と処理画像の差の2乗誤差を計算するNMSE法で比較し、MSEの値が最小になるfcの値を最適なfcとした。

【結果】Fig.1に ^{99m}Tc (LEHR)、Fig.2に ^{201}Tl (LEGP) におけるバターワースフィルターを用いた時の、基準画像と各処理画像のパワースペクトルの $Pr(n)$ を示す。 ^{99m}Tc では $fc=0.3\text{cycle/pixel}$ の処理画像と基準画像の $Pr(n)$ がほぼ一致した。 ^{201}Tl では基準画像の $Pr(n)$ は、 $fc=0.2\sim0.3\text{cycle/pixel}$ の処理画像の間を示した。Fig.3にMSE法による ^{99m}Tc (LEGP) と ^{201}Tl (LEGP) の比較を示す。これら $Pr(n)$ 、MSE法の結果から、バターワースフィルターを用いたときの最適遮断周波数を求めると、 ^{99m}Tc -LEHR: 0.275cycle/pixel、 ^{99m}Tc -LEGP: 0.25cycle/pixel、 ^{201}Tl -LEGP: 0.225cycle/pixelとなった。また、投与量の差による検討では、投与量が少なくなると最適遮断周波数は統計ノイズの影響で低周波側にシフトすることが解った。Fig.4にウィナーフィルターを用いた時の ^{99m}Tc (LEHR) における、基準画像と各処理画像の $Pr(n)$ を示す。 ^{99m}Tc -LEHRにおいては、 $m=2.5$ の処理画像と基準画像の $Pr(n)$ がほぼ一致した。同様に、 ^{99m}Tc -LEGP: $m=3.0$ 、 ^{201}Tl -LEGP: $m=3.0$ が、 $Pr(n)$ から求めたウィナーフィルターにおける最適な m 値となった。

【考察】バターワースフィルターの最適遮断周波数は、 $Pr(n)$ 、MSE法から解るように、核種、システムにより変化させる必要がある。また、 ^{201}Tl より ^{99m}Tc の方が高周波信号成分を多く含んでおり、分解能の高い画像と言える。

Fig.1 動径強度分布関数 (Butterworth)

Fig.2 動径強度分布関数 (Butterworth)

Fig.3 ^{201}Tl , ^{99m}Tc のMSE法における最適遮断周波数

Fig.4 動径強度分布関数 (Wiener)