

よつば循環器科クリニック 放射線部

猪木道真 織川陽介 川条文隆 池水暁彦 伊田勝典

【背景・目的】

心筋 SPECT 検査に用いられる ^{201}Tl は、 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 製剤に比べると低エネルギーであるために、光子の吸収や散乱に対する補正が重要となり、補正をしなければ、コントラストが低下して、軽度な血流低下を診断することが難しくなる。散乱補正法は幾つかあるが、教科書的には、TEW 法では散乱成分を引き過ぎることになり、正常であっても下壁から心尖部にかけて血流が低下したような画像になることもある。そのため、当院では、その『引き過ぎ?』によるカウント低下を避けるためにバックグラウンドサブトラクション法 (Fig. 1) (以後 BGSC 法と略す) を採用している。よって今回は、その経緯に基づいて、当院で多用されている ^{201}Tl における現状の撮像条件に適応した各種補正効果 (散乱線補正、吸収補正) について、実際にファントムを用いて、心筋カウントの均一性および心筋-欠損部の検出能の再確認および比較検討を行った。



Fig.1

【使用機器および撮像条件】

使用機器および使用ファントムに関しては、(Fig. 2) に示す通りである。

また、撮像条件に関しては、当院のルーチン条件であり以下に示す通りである。

データ収集方法: 360 度収集、収集時間/View: 45 秒、収集マトリックス: 128×128、収集拡大率: 1.45 (3.3mm/ピクセル)、コリメータ: LMEGP、エネルギーウィンドウ: main20%幅、sub 7% (upper & lower)



Fig.2

【方法】

まず、Fig. 2 に示す SPECT ファントムを撮像し、i) 円柱部分のデータ (①補正なし②BGSC 法 (散乱線補正) ③TEW 法 (散乱線補正)) を用い、P.P にて解析し、線減弱係数 (μ) を求めた。ii) 同様に円筒部分のデータ (同上) を用い、P.P にて解析し、濃度直線性を求めた。iii) 続いて、Fig. 2 に示す心臓ファントムを撮像し、(上記①~③) に吸収補正 (Chang 法) の有無を組み合わせ、DRIP にて解析し、Circumferential 曲線を求め、半定量的に評価した。iv) そして、以上の結果を元に、臨床画像において視覚的に評価し、最適な補正法の組み合わせについて検討した。

【結果】

i) 散乱補正の違いによる μ 値の変化は、BGSC 法において理論値よりも高くなり、少し過補正

の傾向を示した。また、TEW法においては、逆に少し補正不足の傾向が見られた。(Fig. 3) ii) ロッドファントムを用いた各補正法における濃度直線性を示す回帰近似直線においては、直線の傾きより補正なしに比べ、BGSC、TEW法共に吸収補正を加えた方が、コントラストは向上している。Y切片より補正なしに比べ、BGSC(吸収補正なし)法が近似を示し、BGSC、TEW法共に吸収補正を加えた方が、低くなり、過補正傾向が示された。(Fig. 4)

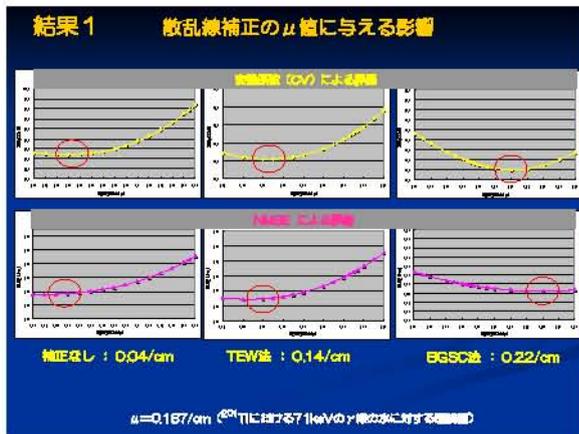


Fig.3

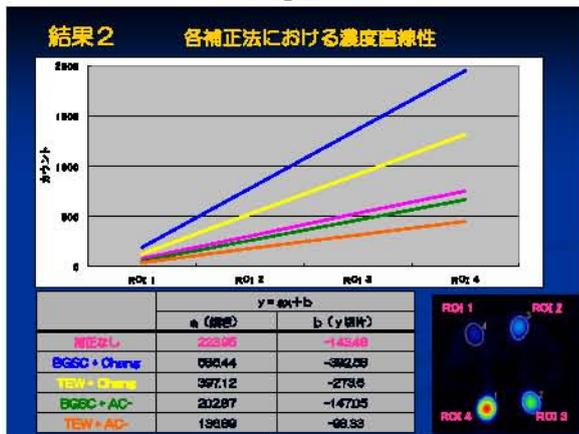


Fig.4

iii) 続いて、心臓ファントムを用い、心筋-欠損部の検出能を Circumferential 曲線を求め、半定量的に評価した結果によると、前壁部分(元々減弱の影響の少ない部分)の欠損に対しては、BGSC法およびTEW法で吸収補正を行うと、カーブが急峻となる。中でも、TEW法で吸収補正を行うと、カウントは低くなるが、コントラストは向上する。(Fig.5) しかし、諸に減

弱の影響を受ける中隔-下壁においては、見解が少し変わってくる結果となり、BGSC法およびTEW法で吸収補正を行わない場合は、カーブが補正なし同様に平坦となり、コントラストが低くなる。また、それぞれに吸収補正を加えることにより、カウントが持ち上がるのと同時に、コントラストの向上に繋がった。(Fig.6) よって、総合的に考慮すると、この中では、BGSC法とChang法の組み合わせが1番バランスがとれていることがわかった。

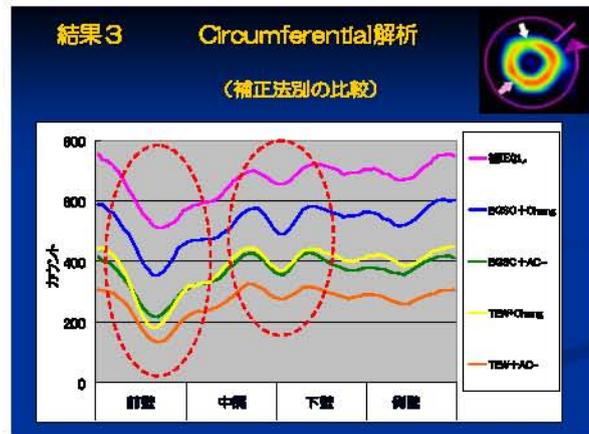


Fig.5

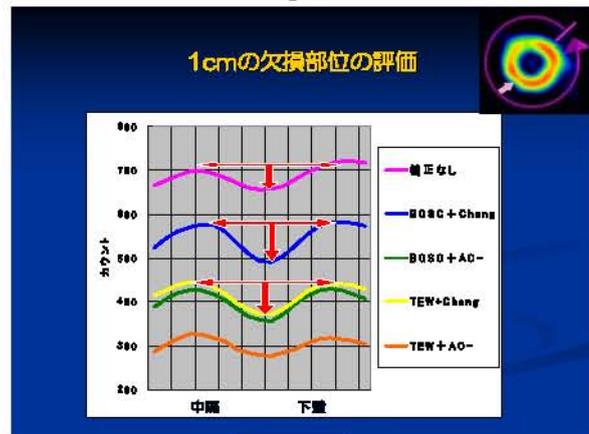


Fig.6

これらの結果を再確認し、臨床画像による比較を試みた結果によると、下図に示した心尖-中隔下壁の虚血性病変を有する症例において、まず3断面表示(Fig.7)では、補正なし画像はstress-delay共にバックグラウンドのカウントも高く、心筋自体のカウントは高いがコントラストが低く、再分布の変化が認識し難い。また、吸収補正を行わない、TEW、BGSC法では、

コントラストは向上するが、再分布の変化は認識し難い。

そして、吸収補正を行った TEW、BGSC 法では、コントラストも向上し、再分布の変化も認められるが、TEW 法では内腔が大きく表示され、心筋も薄く表示されてしまう傾向があった。

続いて、同症例の Polar map (Fig.8) においては、散乱補正と吸収補正と組み合わせることにより、コントラストが向上し、再分布の範囲が限局され、診断能の向上に繋がった。

しかし、TEW 法においては、全体のカウントが低下し偽欠損のようにも見え、均一性の低下をきたした。

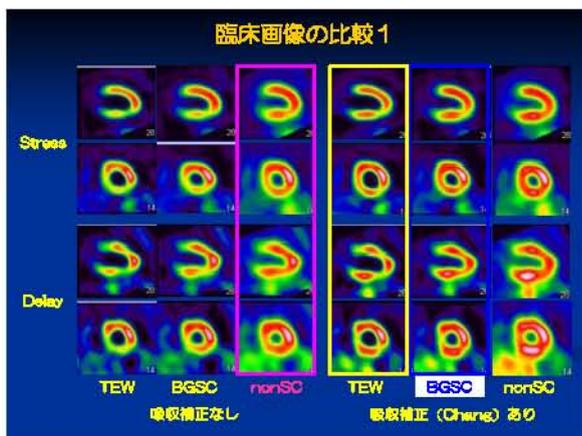


Fig.7

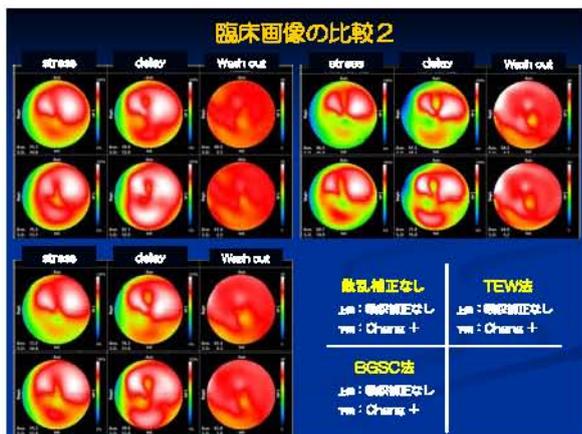


Fig.8

【考察、まとめ】

今回は、現状の撮像条件に適応した各種補正効果 (散乱線補正、吸収補正) について、線減弱係数 (μ 値) による評価から、濃度直線性、Circumferential 解析からと、多方向からの

検討を試みたが、今回の μ 値の評価に関しては、理論値との比較としたが、円柱ファントムを用いて求めた μ 値を、傾向を把握するには良いが、そのまま臨床に適応させるのは均一性と不均一性の違いからも適切ではないのかと思われるため、今後の改善の余地はある。しかし、その結果も含め、今回の検討によると、心筋 SPECT 検査においては、各補正を行わずに評価するよりは、散乱補正である BGSC、TEW 法の共に吸収補正を加えた方が、少し過補正傾向が示される面もあるが、コントラストの向上に繋がる。そして更に、減弱の影響を受けやすい中隔下壁においては、カウントが持ち上がるのと同時に、その効果はより顕著となった。

そして、吸収補正に使用した Chang 法は、不均一減弱マップが精度良く用いられ、散乱補正法との組み合わせによれば、不均一吸収体においても有効であり、TEW 法においては、散乱成分の引き過ぎによる追従しきれていない面の課題は残ってはいるが、バックグラウンドサブトラクション法との相性は良く、診断能の向上にも繋がること示唆される。そして、投与量の増量、撮像時間の延長を行わないという患者様負担の面から考慮しても、総カウントを多く必要とする TEW 法よりは、BGSC 法を用いた方がより安定した画像が得られると考えられる。

また、今回の検討項目は、ルーチンの収集条件に適応することを目的としていたため、比較対象が限局していた。よって今後は、TEW 法による収集条件下における最適ウィンドウ幅の探究や、バックグラウンドサブトラクション法における散乱成分の推定の際に用いる係数の最適化、

そして、吸収補正法である Iterative Chang 法を用いて、各種補正法との組み合わせによる比較評価など、検討項目を深め、根拠のしっかりとした臨床画像への有用性を検討する価値はあるように思われる。