

■ 心筋 SPECT ソフトウェア紹介

smartMIBG を使用した ^{123}I -MIBG 画像処理の標準化Standardization of image analysis using smartMIBG in ^{123}I -MIBG scintigraphy.奥田光一¹ 中嶋憲一²Koichi Okuda¹ Kenichi Nakajima²金沢医科大学・物理学¹ 金沢大学・核医学²Physics, General Education, Kanazawa Medical University¹ Kanazawa Medical University²

smartMIBG は金沢大学と富士フィルム RI ファーマとの共同開発により開発した心臓 ^{123}I -MIBG イメージングのための画像解析ソフトウェアである¹⁾。心臓の関心領域 (region of interest (ROI)) を基にして自動的に縦隔の ROI を設定することができるため、再現性の高い心臓縦隔比 (heart to mediastinum ratio (HMR)) や洗い出し率を算出することが可能である。

1. 従来の MIBG 画像処理の問題点

これまで ^{123}I -MIBG イメージングの画像解析方法は術者の裁量で ROI を描画していたため、定量指標である HMR や洗い出し率には術者に起因した変動が必ず含まれていた。そのため、ROI のサイズや位置に関して標準化が望まれているものの、国内および国際的な基準の設定は未だ現実化されていない。例えば、公開論文において 256 マトリクスの画像における縦隔 ROI のピクセル数を調べると、100 から 200 ピクセルまで様々なサイズの ROI が用いられていた¹⁾。図 1 は心臓および縦隔 ROI をそれぞれ 2 種類設定した場合のカウントおよび HMR を示している。縦隔は ROI の位置が異なるとカウントが敏感に変化するため HMR は顕著に影響を受ける (縦隔カウントが分母となるため)。一方、心臓 ROI は心集積より若干小さく設定したほうが定量的な計測が可能である。理由として、心集積より ROI を小さく設定することで、肺や肝の集積の影響を小さくすることができるからであ

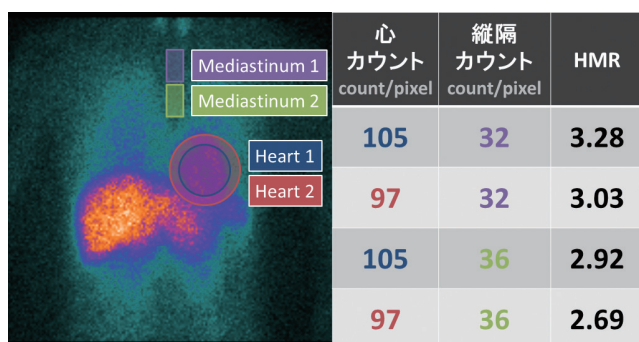


図 1 心臓および縦隔のカウントと HMR との関係。

る。さらに、肺や肝の集積が低い場合は、心臓 ROI サイズを大きく設定すると、ピクセル当たりのカウント値は低くなる。

2. Standardized Method for Automatic ROI seTting in MIBG study (smartMIBG)

これまでの問題を解決するために、我々は smartMIBG を開発し、 ^{123}I -MIBG イメージングにおける ROI 設定の標準化を目指してきた (図 2)。smartMIBG は心臓の ROI の位置と肝、肺、縦隔の集積からカウントプロファイルカーブを描き、特徴点を抽出することで胸部領域を自動的に検出することができる。この胸部領域を基にして縦隔 ROI の位置・大きさを自動的に設定している。そのため、体型に合わせて ROI の大きさは変化し、常に上縦隔に ROI を設置する画像処理アルゴリズムとなっている。これまで、上縦隔には縦隔 ROI の大きさや位置の基準となるランドマークがなかったが、smartMIBG を用いることで標準化された方法で縦隔 ROI を設定することが可能となる。

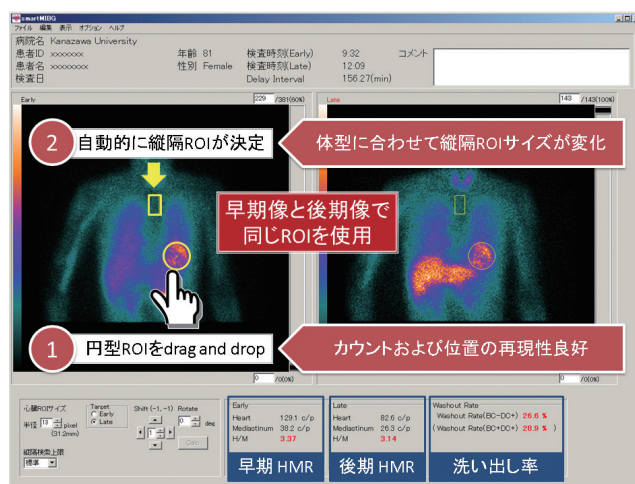


図 2 smartMIBG ソフトウェア。ユーザーは円型 ROI を心の集積上にドラッグアンドドロップするだけで HMR や洗い出し率が自動的に計算される。早期像と後期像は互いに自動位置合わせをしており、それぞれの画像に対して同じ形状の ROI が適応される。

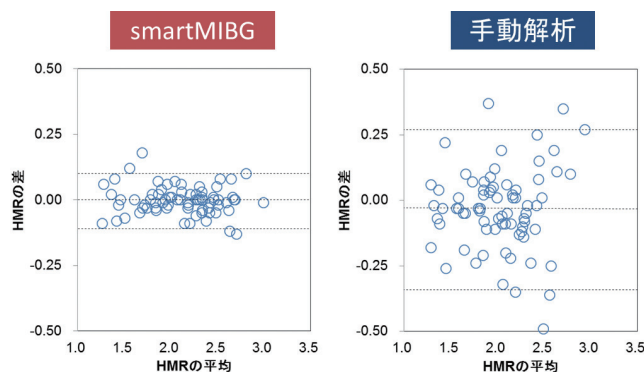


図3 Bland-Altman分析を利用したsmartMIBGと手動解析による術者内変動の比較。点線は95% limits of agreementを示す。

心臓への集積が全く無い症例では自動的にROIを設定することが困難であるため、smartMIBGでは心臓ROIを手動で設定している。しかしながら、ROIのサイズおよび位置の再現性を向上させるために円型のROIを採用している。円型ROIは円の中心座標とその半径だけでROIを決定することができる。円型ROIの半径については、心拡大を除外した症例にて半径30mm内の平均カウントは従来の多角形ROIを用いた値と同様の傾向であった（円型ROIカウント $=0.12+1.03 \times$ 多角形ROIカウント）。そのため、smartMIBGでは半径の規定値を30mmとしている。次に、心臓ROIの中心点はユーザーが指定する必要があるが、術者内および術者間の中心点の変動を計測すると、術者内： -0.8 ± 3.6 mm（水平方向）、 0.0 ± 3.1 mm（垂直方向）、術者間： 0.2 ± 4.6 mm（水平方向）、 1.0 ± 6.4 mm（垂直方向）であり、良好な再現性を示していた。本結果により心臓に円型ROIを適応することで、再現性の高い計測が可能となった。

3. 臨床現場におけるsmartMIBGのメリット

smartMIBGを臨床で用いるメリットは、施設内差および施設間差を低減させることである。金沢大学に

おいて臨床症例37例を対象とした施設内の変動を評価した¹⁾。術者内のHMRの変動をBland-Altman分析で評価を行うと、smartMIBGは従来の手動による計測方法に比べ、95% limits of agreementが小さい（ $-0.11 \sim 0.10$ v.s. $-0.34 \sim 0.27$ ）（図3）。また、HMRを正常、軽度異常、高度異常に分類した場合、術者内の一致率はsmartMIBGで $\kappa = 0.922$ 、手動での計測方法では $\kappa = 0.789$ であった。また、術者間の検討についてもsmartMIBGは良好な一致率を示した（ $\kappa = 0.866$ ）。岡山県内の9施設における施設間差の検討では、HMRおよび洗い出し率の変動はsmartMIBGを使用することで小さくなることが報告されている²⁾。さらに、¹²³I-MIBGを用いた心不全の治療効果判定や経過観察等を行う場合、一連のMIBG画像に対してsmartMIBGを適応することで、HMRや洗い出し率の変化をよりの確に捉えることが可能となる。

4. まとめ

心臓¹²³I-MIBGイメージングの定量指標であるHMRや洗い出し率の再現性を向上させるため、ROI設定の自動化を目指し、画像解析ソフトウェアsmartMIBGの開発を行った。smartMIBGを用いることで従来から問題となっていた施設内および施設間の変動を抑えることができるため、積極的に臨床現場にて使用することが推奨される。

〈参考文献〉

- 1) Okuda K, Nakajima K, Hosoya T, Ishikawa T, Konishi T, Matsubara K et al. Semi-automated algorithm for calculating heart-to-mediastinum ratio in cardiac Iodine-123 MIBG imaging. J Nucl Cardiol 2011;18:82-9.
- 2) 中四国放射線医療技術フォーラム CSFRT2012 : <http://csfirt8th.umin.jp/img/atoshoroku/pdf/csfirt2012.pdf>