

博士論文の内容の要旨

令和 7 年 8 月 26 日

研究審査委員会委員長 渡部晴之

審査委員 下瀬川正幸

審査委員 林 則夫

外部審査委員 本村信篤

研究課題名

「心筋 MIBG シンチグラフィ検査における三次元的定量評価法の有用性に関する研究」

所属・氏名 診療放射線学研究科診療放射線学専攻 博士後期課程 安本佳章

^{123}I -metaiodobenzylguanidine (MIBG) は、心筋交感神経の画像化を可能とする放射性医薬品であり、その分布や機能の評価に用いられる。この放射性医薬品を用いた心筋 MIBG シンチグラフィ検査は、神経変性疾患の鑑別や心疾患の診断および予後評価に利用されている。

診断は、MIBG の心筋への集積量に基づいて行われる。この際、心集積を表す指標として、視覚的評価に加え、heart-to-mediastinum ratio (H/M 比) が用いられている。

H/M 比は Planar 画像の縦隔および心筋に region of interest (ROI) を設定し、縦隔カウントに対する心筋カウントの比を算出することで、MIBG の心集積を評価する。これにより、カットオフ値を用いた客観的な評価が可能となる。特に神経変性疾患の鑑別では、臨床症状のみでの診断が困難な場合も多く、本検査の位置づけは高い。したがって、H/M 比の信頼性が確保されることは、臨床上極めて重要である。しかし、H/M 比は二次元的な Planar 画像に対して ROI を設定するため、縦隔や心筋の ROI には、解剖学的に重なり合う肺や肝臓などのカウントが混入する。その結果、ROI 内のカウントが他臓器集積の影響を受け、H/M 比の信頼性を低下させる要因となっている。

この課題への対応策として、筆者は三次元的な single photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) 画像において、心筋のみに ROI を設定し、MIBG の心筋への取り込みを standardized uptake value (SUV) として評価する心筋 SUV 法を報告した。本法は三次元的な SPECT/CT 画像の心筋部分に ROI を設定するため、ROI 内には心筋のみが包含される。したがって、原理的に他臓器集積の影響を受けにくい評価法として期待されるが、他臓器集積に対する有効性についての詳細な検討はこれまで十分に行われておらず、明らかにされていない。そこで本論文は、心筋 SUV 法の他臓器集積に対する有効性を明らかにすることを目的に、2 段階の研究で構成される。

まず、評価に用いるデジタル心臓肝臓ファントム HL 型(デジタル心肝ファントム)およびシミュレーション精度の妥当性を確認した。この検証では、MIBG の正常集積

を模擬した心臓肝臓ファントム HL 型（心肝ファントム）を作成し，SPECT 投影データおよび Planar 画像を取得した．さらに，同等の条件でデジタル心肝ファントムを用いたシミュレーションを実施し，実測とシミュレーションにおける視覚評価および各臓器部分におけるカウントの比較から，シミュレーションの妥当性を評価した．その結果，シミュレーションは実測相当であり，実測実験の代替として使用可能であると示された．

次に，心筋 SUV 法その他臓器集積に対する有効性を，シミュレーション実験を通じて検証した．この検証では，精度検証済みのデジタル心肝ファントムを基に，肺と肝臓の放射能濃度を変更した複数のデジタル心肝ファントムを作成した．そして，作成したファントムを用いて，心筋 MIBG シンチグラフィ検査を想定したシミュレーションを実施し，SPECT 投影データおよび Planar 画像を取得した．得られた各画像から心筋 SUV および H/M 比を算出し，算出値の変動を比較することで，双方が他臓器集積から受ける影響を評価した．その結果，心筋 SUV 法は H/M 比と比較して算出値の変動が小さく，他臓器集積の影響を抑制可能であることが示された．

本学位論文内での検討により得られた科学的知見は，心筋 MIBG シンチグラフィ検査の精度をより一層高め，臨床診断の精度向上に貢献できると考えられる．

博士論文の審査の要旨

令和 7 年 8 月 26 日

研究審査委員会委員長 渡部晴之
審査委員 下瀬川正幸
審査委員 林 則夫
外部審査委員 本村信篤

研究課題名

「心筋 MIBG シンチグラフィ検査における三次元的定量評価法の有用性に関する研究」

所属・氏名 診療放射線学研究科診療放射線学専攻 博士後期課程 安本佳章

令和 7 年 5 月 22 日（木）、予備審査用の博士論文が提出され、各審査委員は個別に予備審査を開始した。

令和 7 年 6 月 10 日（火）には、Microsoft Teams を用いて第 1 回審査委員会が開催された。本審査委員会では、安本氏による約 20 分間のプレゼンテーションが行われ、引き続き約 50 分間の質疑応答が実施された。審査委員からは、研究の新規性、研究方法の妥当性、および得られた研究成果の信頼性を確認するための質問がなされた。特に信頼性の検討においては、本研究で使用されたデータの確認を行うとともに、得られた結果から導かれる結論に矛盾がないかを精査した。具体的な指摘事項は以下の通りである。

研究内容に関する指摘

- ・研究目的を明確に記載すること。
- ・必要な図表や画像を追加すること。
- ・検証方法における数値の明示と統計的手法の追記を行うこと。
- ・結果に対し説明が不足している箇所について考察を補足すること。

論文の記述方法に関する指摘

- ・文章表現に誤用があるため修正を要する。
- ・再実験に必要な方法・数値情報を追記すること。
- ・専門用語の詳細を補足すること。
- ・論文全体を通じて文体の一貫性を整えること。

第2回審査委員会は最終試験を目的として、令和7年8月22日（金）16時30分より、公聴会終了後に画像情報処理室にて開催された。公聴会において最終プレゼンテーションが確認済みであったため、本委員会では再度の発表は行わず、約50分間の口頭試問を実施した。口頭試問では、研究の新規性・有用性・信頼性に関して説明を求め、いずれについても適切かつ良好な回答を得た。さらに研究方法の詳細について説明を求めるとともに、博士後期課程で取り組んだ三次元的定量評価法の重要性や、将来的な発展的応用の可能性についても意見交換を行った。