

論文の内容の要旨

氏名：榎 田 綾 乃

専攻分野の名称：博士（医学）

論文題名：半導体検出器搭載 SPECT 装置を用いた安静時 ^{99m}Tc -tetrofosmin/ 負荷時 ^{201}Tl 投与による
2 核種同時収集法に基づく心筋血流イメージングの臨床適用性の検討

背景：心筋血流 SPECT 検査は日常臨床において、非侵襲的な冠動脈疾患 (coronary artery disease: CAD) 診断に用いられる標準的な検査方法である。多くの先行研究から SPECT 検査で得られる心筋血流欠損値や左室心機能指標と、心事故発生確率、治療法などとの関係性が示されており、SPECT 検査は CAD 診断だけでなく CAD 治療法選択に寄与するモダリティとなっている。しかし長い検査時間や高額な費用、アイソトープによる被ばくなどの課題があった。2008 年に Spectrum Dynamics Medical 社が心臓専用半導体検出器搭載ガンマカメラとして開発した D-SPECT は、高解像度・高感度・高エネルギー分解能を特長としている。今回私は、低用量の安静時 ^{99m}Tc -tetrofosmin (296MBq) / アデノシン負荷時 ^{201}Tl (74MBq) を用い、D-SPECT による 2 核種同時収集心筋血流イメージングを達成する新しいプロトコール (Simultaneous acquisition dual-isotope protocol: SDI 法) を開発した。本検査プロトコールでは低容量アイソトープによる低被ばく撮像と 2 核種同時撮像法による検査時間の短縮を目的としており、ファントム実験によって実現性が確認されたため、臨床応用を行いその臨床適応性を検討した。

目的：CAD を持つ、または疑われる患者に対し D-SPECT を用いた安静時 ^{99m}Tc -tetrofosmin、アデノシン負荷 ^{201}Tl 同時撮像 SPECT 検査を実施し、その後心臓カテーテル検査 (coronary angiography: CAG) を実施した患者を後方視的に抽出し診断精度を検証すること。

方法：CAD を持つ、または疑われる 94 名の患者を登録した。最初に安静時 ^{99m}Tc -tetrofosmin 296MBq を投与し、続いて 6 分間のアデノシン負荷検査を行い 3 分間経過時に ^{201}Tl 74MBq を投与した。負荷検査終了直後の負荷後像と 30 分後の晩期負荷後像をそれぞれ撮像した。CAG は全ての患者において SPECT 撮影後 3 カ月以内に実施された。

結果：本検査プロトコールを実施した患者毎の冠動脈有意狭窄 (CAG 上 75%以上の狭窄) を検出する感度、特異度、正確度はそれぞれ 88.6%、79.2%、86.2%で Receiver operating characteristics curve (ROC) 分析 Area under the curve (AUC) は 0.908 であった。冠動脈枝別の感度、特異度、正確度はそれぞれ、左冠動脈前下行枝 (left anterior descending coronary artery: LAD) が 84.9%、80.5%、83%、左回旋枝 (left circumflex coronary artery: LCX) が 75%、93.1%、86.2%、右冠動脈 (right coronary artery: RCA) が 74.2%、85.7%、81.9%であった。ROC 分析 AUC は、LAD で 0.848、LCX で 0.835、RCA で 0.813 であった。

考察：本研究は D-SPECT を用いて安静時 ^{99m}Tc -tetrofosmin/ 負荷時 ^{201}Tl の同時収集による心筋血流 SPECT 検査を達成した初の検討である。SDI 法には以下のような特徴が存在する。第 1 に、高感度半導体検出器装置を用いているため投与アイソトープの低用量化と低被ばく化を達成している (^{99m}Tc は従来のおよそ 1/3、 ^{201}Tl は 2/3 量)。第 2 に全ての患者は特に不満の訴えなく SDI 法を完遂し、およそ 60-70 分で検査を終え、検査時間の著しい短縮を可能にした (従来法では 3-4 時間)。第 3 に、安静時と負荷時の撮像体位が完全に同じになるため体位によるアーチファクトの程度も同等と保証され、読影の際に有用であった。研究限界として、以下の点が挙げられる。第 1 に冠血流予備能低下や心筋虚血と関係する左室一過性拡大比 (transient ischemic dilatation: TID ratio) の計測に関して、SDI 法における撮像間の待機時間が 30 分程度であるという点は、これらの視覚化に十分な時間ではなかったかもしれない。従って SDI 法での TID 比の閾値の更なる検証が必要と考えられる。第 2 に ^{201}Tl による被ばくの更なる低減化を目指す必要がある。第 3 に撮像時間は、患者毎によりきめ細かく撮像時間を調整することが可能と考えられる。これまで核医学検査は被ばく量が多く検査のスループットが悪い検査と考えられていたが、心臓専用ガンマカメラの登場により、より簡便で被ばく量の少ない検査として再認識されると考えられる。

結論：半導体検出器搭載 SPECT 装置 (D-SPECT) を用いた安静時 ^{99m}Tc -tetrofosmin/ 負荷時 ^{201}Tl による 2 核種同時収集心筋血流 SPECT は、従来の 2 核種逐次収集法と比べ、低被ばくで高速撮像が可能であり、P.C.I の概念に沿った検査法と考えられた。また有意冠動脈狭窄の診断精度も十分なことが示された。