

Influences of radionuclides on left ventricular phase analysis of gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography images in ischemic heart disease

福永, 智久

<https://hdl.handle.net/2324/4784456>

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (保健学) , 課程博士
バージョン :

権利関係 : Public access to the fulltext file is restricted for unavoidable reason (2)



氏名：福永 智久

論文名：Influences of radionuclides on left ventricular phase analysis of gated myocardial perfusion single-photon emission computed tomography images in ischemic heart disease
(虚血性心疾患における心電図同期心筋血流 SPECT 左室位相解析に核種が与える影響)

区分：甲

論文内容の要旨

【目的】

心電図同期（gated）心筋血流 SPECT（myocardial perfusion SPECT; MPS）検査は臨床で広く用いられ、心筋血流と左心機能を同時に評価する確立された検査法である。特に心筋血流を負荷状態で評価できる負荷-安静 gated-MPS は、虚血や梗塞の存在診断、部位診断、重症度評価、残存心筋の判定、血行再建の適応決定、予後予測などに用いられ冠動脈疾患に重要な役割を果たしている。MPS は放射性崩壊により γ 線を放出する放射性同位元素（radioisotope; RI）を経静脈的に注入し、心筋細胞に取り込まれた RI から放出された γ 線を SPECT 装置で検出することで局所の心筋血流量を反映した画像を得る検査である。MPS に用いられる放射性医薬品は、 ^{99m}Tc 標識製剤と ^{201}Tl 製剤がある。製剤の違いは、生理学的特徴（心筋への集積機序、抽出率など）および、物理学的特徴（核種の半減期や光子エネルギーなど）の違いにより投与量、被ばく線量および検査方法に大きく影響する。また gated-MPS は、心電図の R 波に同期させて 1 心拍を 8~16 分割し、それぞれの時相ごとに SPECT 再構成を行う。そのために短時間に多くの計数を収集する必要があり大量投与により高計数率が得られる ^{99m}Tc 標識製剤を使用することが推奨されている。一方で ^{201}Tl 製剤も日常臨床で広く活用されており、 ^{201}Tl 製剤を用いた報告もみられる。

位相解析は gated-MPS データを用いて左室心筋の収縮のタイミングを評価する方法であり、1 心周期における収縮開始の位相をヒストグラム表示し、位相分布から収縮タイミングのずれを解析する手法である。近年、位相解析は虚血性心疾患に用いられ、MPS で検出困難な多枝病変症例や微小循環障害などの評価に有用という報告がある。gated-MPS では R-R 分割数が多いほど時間-左室容積曲線がスムーズになることから、心機能情報の精度は向上するが、分割数の増加に伴い 1 フレームあたりの計数率の低下が起こる。使用する核種と R-R 分割数の設定は位相解析にも影響をあたえると考えられる。

本研究の目的は負荷 gated-MPS 位相解析による左室壁運動異常の検出において、 ^{99m}Tc と ^{201}Tl の異なる核種の血流製剤が位相解析結果にもたらす影響を検討することである。

【方法】

負荷-安静 MPS は負荷先行型 1 日法にて実施した。SPECT 装置は、低エネルギー高分解能コリメータ(low-energy high-resolution; LEHR) を装着した 2 検出器ガンマカメラ e.cam(東芝メディカル) を用いた。対象は済生会二日市病院において 2014 年 4 月から 2016 年 3 月の期間に虚血性心疾患および疑いで、負荷-安静 gated-MPS を施行した 901 例中、gated-MPS 前後 3 か月以内に冠動脈造影検査が施行され、更に除外症例を除いた 202 例である。平均年齢 70.9 (中央値 71,39-90) 歳、男性/女性；147 例/55 例、運動負荷/アデノシン負荷；35 例/167 例であった。負荷-安静 gated-MPS は ^{99m}Tc -MPS；118 例と ^{201}Tl -MPS；84 例で行った。放射性核種の使用は、当施設の臨床利用の規定に基づいて、外来患者は ^{99m}Tc 標識製剤、入院患者は ^{201}Tl 製剤を用いた。冠動脈病変は、冠動脈造影にて右冠動脈、左前下行枝、回旋枝の主幹 3 枝の冠動脈に視覚的 75% 以上の狭窄がある場合に異常ありとした。冠動脈罹患枝数は、なし；0 vessel disease (0VD) (43 例)、1 枝病変；1VD (71 例)、2 枝病変；2VD(59 例)、および 3 枝病変；3VD (29 例) の 4 群に分類した。本研究の対象症例の臨床的特徴は、 ^{99m}Tc 群と ^{201}Tl 群の間で、年齢、SSS、SRS、負荷時 LVEF、安静時 LVESV と安静時 LVEF に有意差が見られた ($p<0.05$)。

評価項目は gated-MPS から求めた左室機能 (LVEDV, LVESV および LVEF) と心筋虚血の診断が半定量的に評価できる心筋血流スコア (SSS, SRS および SDS) と位相解析指標(peak phase, phase SD, bandwidth)の関係を核種間で比較した。続いて核種の違いが冠動脈罹患枝数と位相解析の関係に与える影響を検討した。最後に核種の違いが負荷時と安静時の位相解析に与える影響を検討した。

【結果】

左室機能との関係では、 ^{99m}Tc -MPS と ^{201}Tl -MPS のいずれにおいても peak phase は負荷時と安静時で有意な相関を認めず、phase SD と bandwidth は負荷時と安静時共に LVEDV および LVESV と正の相関 ($p<0.05$) を示し、LVEF と負の相関 ($p<0.05$) を示した。また心筋血流スコアとの関係では ^{99m}Tc -MPS と ^{201}Tl -MPS のいずれにおいても peak phase は SSS、SRS、SDS とは有意な相関は認めず、負荷時の phase SD と bandwidth は SSS、SDS と正の相関 ($p<0.05$) を示し、安静時の phase SD と bandwidth は SRS と正の相関 ($p<0.05$) を示した。左室機能および血流スコアと位相解析の関係で核種間の違いは認めなかった。冠動脈罹患枝数との比較では、peak phase は、 ^{99m}Tc -MPS と ^{201}Tl -MPS のいずれにおいても負荷時、安静時に関わらず罹患枝数の違いにおいて有意な差を示さなかった。phase SD は ^{99m}Tc -MPS と ^{201}Tl -MPS のいずれにおいても、負荷時、安静時に関わらず罹患枝数の増加に伴って増加する傾向を示した。しかし明らかな有意差はみられなかった。bandwidth も同様に増加の傾向を示したが、負荷時 ^{99m}Tc -MPS においてのみ有意差 ($p<0.05$) を示し、 ^{201}Tl -MPS で有意差を認めなかった。負荷時と安静時に与える影響では、 ^{99m}Tc -MPS では、peak phase、phase SD、bandwidth のいずれも負荷時が安静時より高値を示し有意差を認めた ($p<0.05$)。一方、 ^{201}Tl -MPS はいずれも逆の傾向を示し、安静時が負荷時より高値を示し phase SD と bandwidth では有

意差を認めた($p<0.05$)。核種の違いが冠動脈罹患枝数および負荷と安静時の位相解析の関係に影響を与えた。

【結語】

本研究によって、位相解析を用いた心筋虚血の評価には放射性核種の違いが結果に影響を与えることが明らかとなった。位相解析を用いた虚血診断に計数率の低い $^{201}\text{Tl-MPS}$ を用いることは望ましくなく、 $^{99\text{m}}\text{Tc-MPS}$ を用いることが推奨された。今後、虚血性心疾患の診断や治療法に関する研究開発促進になると期待される。