

—短 報—

心電図同期撮影時の心拍変動が左心室容積解析に 及ぼす影響の基礎的検討

廣田 朝司 三輪 平
穂積 剛 市川 諭

医療法人社団新日鐵広畑病院 放射線科

七星 雅一 奥田 正則

医療法人社団新日鐵広畑病院 循環器科

名村 宏之

兵庫県立淡路病院 内科

Influence of Arrhythmias on Volumetric and Imaging Analysis of the Left Ventricle with ECG-Gated SPECT

Tomoji Hirota, Taira Miwa,

Tsuyoshi Hodzumi and Satoshi Ichikawa

Department of Radiology, NIPPON STEEL HIROHATA HOSPITAL

Masakazu Nanahoshi and Masanori Okuda

Department of Cardiology, NIPPON STEEL HIROHATA HOSPITAL

Hiroyuki Namura

Department of Internal Medicine, Hyogo Prefectural Awaji Hospital

(article received : Jan 10, 2007)

Key Words : Gated SPECT, Quantitative gated SPECT (QGS), Left ventricular volume, Arrhythmias,
Beat reject

1. 緒 言

臨床における心電図同期心筋 SPECT（以下、Gated SPECT）撮影において、被験者の心拍数は、生理的あるいは病的な要因により、常に変動していることが多い。しかし、心拍数変動が Gated SPECT による心機能解析に及ぼす影響について検討した報告は少ない¹⁻⁵⁾。そこで我々は、心電図同期撮影時の脈不整が、左心室容積の解析結果に及ぼす影響について、ファントムを用いた検討を行ったので報告する。

2. 方 法

2-1) 検討に用いた模擬心電図波形

正常心電図波形として、心拍数 (HR) = 50, 65, 80, 95, 110 bpm でリズムが一定のものと、R-R interval の変動する脈不整例として、第二度房室ブロック (Mobitz II 型)、心室性期外収縮、心房細動 (Af) の模擬心電図波形を用いて解析した (Fig. 1)。

2-2) 使用機器および収集条件

使用した心筋ファントムは京都科学社製 RH-2 型で、左心室心筋想定部に ^{99m}Tc 溶液を約 40 MBq (200 kBq/ml) 封入した。このファントムを

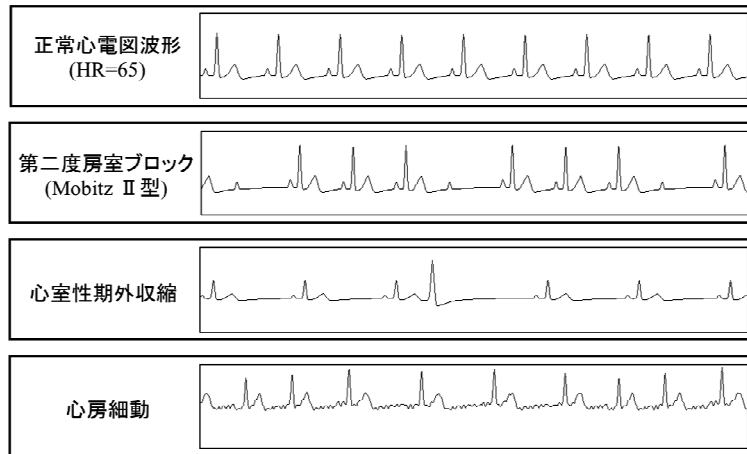


Fig. 1 検討に用いた模擬心電図波形

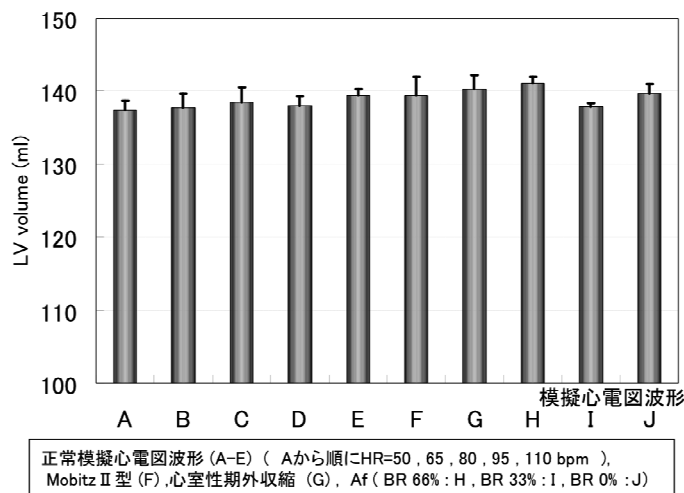


Fig. 2 心電図波形別

用いた場合，Gated SPECT において算出されるべき真の左心室容積値は約 167 ml である．心電図同期撮影に用いる模擬心電図波形は，ECG シミュレータ（フクダ エム・イー工業：G-207）より得た．データ収集には，2 検出器型ガンマカメラ（Prism Axis：島津製作所/PHILIPS）に低エネルギー汎用型平行コリメータ（LE-GAP-PAR）を装着し用いた．収集条件は，R-R 分割数：16，収集角度：6°/step，60 step，データ収集終了方法：Acq Time（実際の収集時間 40 sec/step にて統一），matrix 数：64×64，収集拡大率：1.6 倍，正円軌道を用いた．なお，Af を用いた検討においては，Beat Length Acceptance Window 幅を変化させることで，データ収集に用いる心拍を制限

する Beat Reject (BR) を行い，全心拍に対する除外された心拍の比率によって，BR 66%，BR 33%，BR 0% の 3 種類のデータを得た．

2-3) 画像再構成および解析方法

再構成アルゴリズム：360° Filtered Back Projection 法，スムージングフィルタ：Butterworth filter (order: 4, Cutoff 周波数：0.51 cycle/cm)，左心室容積解析には Quantitative Gated SPECT（以下，QGS）を用いた．

3. 結 果

まず始めに，正常心電図波形例と三種の不整脈例全てに共通することとして，QGS を用いた評価では，ファントムの左心室容積は，実容量と比

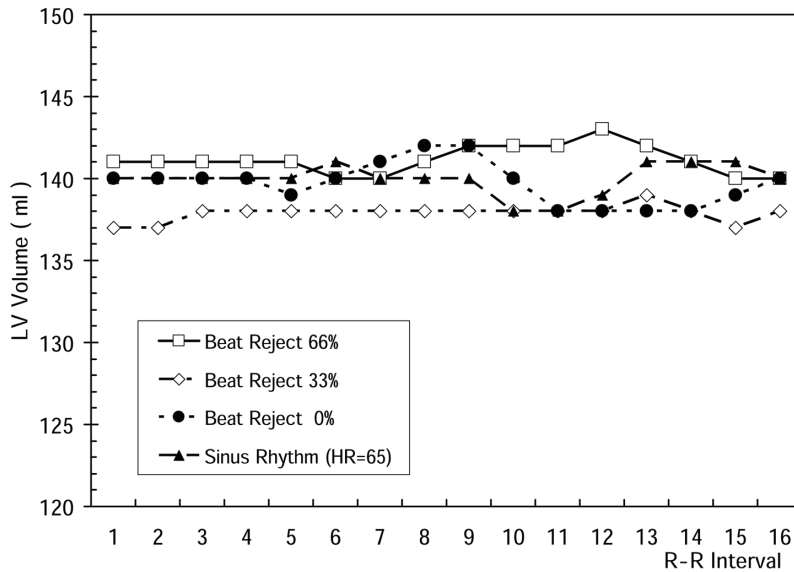


Fig. 3 Time volume graph.

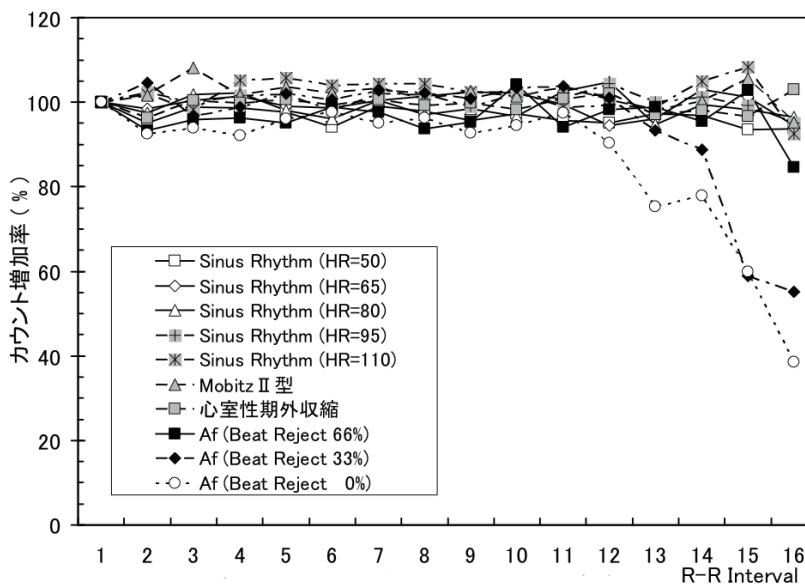


Fig. 4 Interval 1 を基準とした収集カウント増加率

べて概ね20%過小評価されていた。しかしながら、各模擬波形間でのばらつきはなく、一定した値が得られていた (Fig. 2, 3)。

画像再構成と R-R 16分割収集された各 Frame 間における収集カウント数の解析の結果については以下の3パターンに分けて説明する。

3-1) 正常心電図波形

正常心電図波形例の解析において、いずれの HR の場合でも、各 Frame 間において、収集カ

ウント数の差はなく、画像再構成においても HR は有意な影響を与えなかった。

3-2) Mobitz II 型および心室性期外収縮

正常心電図波形例と同様に、Mobitz II 型と心室性期外収縮によって脈不整が生じたとしても、やはり、各 Frame 間における収集カウント数の差はなく、画像再構成に影響を与えなかった。

3-3) 心房細動

今回用いた三種の脈不整模擬波形のうちで、

<u>HR65</u>	LV volume	intervals	Frame.14	Frame.15	Frame.16
	139.9±0.93ml	1-16			
	137.3±0.82ml	15			
	137.7±0.47ml	16			
<u>BR66</u>	LV volume	intervals	Frame.14	Frame.15	Frame.16
	141.1±0.88ml	1-16			
	140.0±1.53ml	15			
	139.3±0.50ml	16			
<u>BR33</u>	LV volume	intervals	Frame.14	Frame.15	Frame.16
	137.9±0.97ml	1-16			
	139.1±0.92ml	15			
	140.5±0.72ml	16			
<u>BR 0</u>	LV volume	intervals	Frame.14	Frame.15	Frame.16
	139.7±1.30ml	1-16			
	139.6±0.85ml	15			
	140.1±0.76ml	16			

Fig. 5 QGS volume 解析結果と心筋輪郭抽出画像

Af の場合のみは画像再構成に影響があることがわかった。すなわち、BR 率が低いと16分割 Frame の後半（とくに、Frame 14～16）において、著しい収集カウンターの低下が認められ、再構成画像が劣化することが明らかとなった。この傾向は BR 0% > BR 33% > BR 66% の順で顕著であった (Fig. 4)。しかしながら、この Af リズムの際に見られる収集カウンターの低下による画像の劣化は、それが最も顕著であった BR 0% の場合でも、QGS における心筋輪郭抽出に影響を与えるほどではなく、左室容量解析においては正常心電図波形例と差異のない結果が得られた (Fig. 5)。

4. 考 察

Mobitz II 型および心室性期外収縮の模擬心電図波形を用いた場合は、画像再構成や左室容量解析において正常心電図波形例と相違が無かった。一方、Af の模擬心電図波形を用いた場合は心拍除外を十分に行わないと、Frame 14 以降で著大な収集カウンターの低下を認めた。このことは Mobitz II 型と心室性期外収縮では、Af と比較して R-R interval の変動が少ないため、画像再構成に影響を与えなかったものと推察され、R-R interval の変動の程度が重要な要因である可能性が示唆された。しかし、収集カウンターの低下を認めたとはいえ、Af 例でも QGS を用いた左心室容積の評価に影響を与えなかった。その理由とし

ては以下の2点が推察される。第1に、収集カウンターの低下を認める Frame において、Frame 内全体の収集カウンターの数は少ないが、心筋部とバックグラウンド部のカウント比は他の Frame との違いはわずかで、心筋輪郭抽出に与える影響は少なかったという点。第2に、Gated データ収集方法を“Acq time”に設定したため、SPECT Projection Data の各 Step における収集時間が一定で、収集カウンターの過補正¹⁾が無かった点が挙げられる。

5. 結 論

本研究において用いた3種類の脈不整模擬波形においては、心電図同期撮影時の左心室容積の解析に影響を及ぼさない可能性が示唆された。ただし、絶対不整脈である Af の場合のみ、再構成画像の劣化の可能性があり、R-R interval の変動が大きい場合は注意を要する。

本論文の要旨は、第25回日本核医学技術学会総会学術大会（仙台）、第61回日本放射線技術学会総会学術大会（横浜）にて発表した。

謝 辞

本研究は、日本核医学技術学会平成17年度国際交流・研修派遣者制度を利用して第9回世界核医学会議（韓国）にて発表しました。福喜多学会長をはじめ、学会関係各位に感謝します。

引用文献

- 1) Germano G, Berman DS: Clinical Gated Cardiac SPECT. Furuta Publishing Company Inc., **1**: 93-114, 183-238, 1999
- 2) 西村恒彦, 中嶋憲一, 中田智明, 他: 心電図同期心筋 SPECT (gated SPECT) の普遍化に関するガイドライン (最終報告). 核医学, **40**(1): 57-75, 2003
- 3) Hansen CL, Goldstein RA, Berman DS, et al: Myocardial perfusion and function single photon emission computed tomography. J Nucl Cardiol, **13**(6): 97-120, 2001
- 4) Nichols K, Yao S, Kamran M, et al: Clinical impact of arrhythmias on gated SPECT cardiac myocardial perfusion and function assessment. J Nucl Cardiol, **8**(1): 19-30, 2001
- 5) Nichols K, Dorbala S, DePuey G, et al: Influence of arrhythmias on gated SPECT myocardial perfusion and function quantification. J Nucl Med, **40**(6): 924-934, 1999