



## Intra-left ventricular hemodynamics assessed with 4D flow magnetic resonance imaging in patients with left ventricular thrombus

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 浜松医科大学 公開日: 2022-08-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 榊原, 智晶 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10271/00004172">http://hdl.handle.net/10271/00004172</a>

博士（医学） 榊原 智晶

論文題目

Intra-left ventricular hemodynamics assessed with 4D flow magnetic resonance imaging in patients with left ventricular thrombus

（左心室内血栓を有する患者における 4D flow MRI を用いた左心室内の血行動態の評価）

論文の内容の要旨

[はじめに]

左心室内血栓は、心筋梗塞や心筋症などに伴う高度左心室収縮機能低下患者における重篤な合併症である。左心室内における血栓形成にはウィルヒョウの3徴（①血流②血液③血管壁）の中でも心尖部の血流異常の関与が報告されているが、左心室内の血流は3次元で複雑であるため、心臓超音波検査（心エコー）では正確に描出し評価することは困難であった。4D flow magnetic resonance imaging（4D flow MRI）は拡張期左心室内の血流を渦流として可視化することができ、心尖部での最大血流速度を計測することが可能である。申請者らは、高度左心室収縮機能低下患者において左心室内血栓の有無による左心室内の渦血流の大きさや血流速度の違いについて比較検討を行った。

[患者ならびに方法]

2012年1月から2020年6月までに浜松医科大学医学部附属病院で4D flow MRIを撮影した患者の内、中等度以上の弁膜症患者や開心術後の患者は除外し、左室駆出率40%以下で高度左心室収縮機能低下を認めた36例を対象とした。本研究は浜松医科大学臨床研究倫理委員会に承認され（研究番号20-009）、登録した全ての患者より研究参加の同意を文書で得た。心エコーもしくは磁気共鳴画像撮影（MRI）にて左心室内血栓を認めた12例（LVT群）と、左心室内血栓を認めなかった24例（non-LVT群）との二群間で、患者背景、心エコー及びMRI所見を比較した。心エコーはフィリップス社製iE33を用いて検査技師により施行し、僧帽弁口血流波形の拡張早期波（E）及び心房収縮波、拡張早期波の減衰時間、組織ドップラー法による拡張早期僧帽弁輪移動速度（E'）を評価した。MRIはGE社製3T装置を用いてシネMRI、ガドリニウム遅延造影MRI及び4D flow MRIを撮像した。シネMRIでは左心室拡張末期容積、収縮末期容積、駆出率及び左心室心筋重量を計測し、遅延造影MRIでは遅延造影の有無と分布、左心室心筋重量に対する遅延造影の体積を評価した。4D flow MRIはR'-Tech社のFlavaソフトウェアを用いて解析し、描出される左心室内の渦血流の大きさ、渦血流の中心の位置、左心室基部・中部・心尖部での血流速度を計測し、二群間で比較した。

[結果]

LVT群、non-LVT群の二群間では、年齢、性別、ニューヨーク心臓病学会機能分類において明らかな差はなかった。心筋症の原因として虚血性心筋症の割合はLVT群で66.7%、non-LVT群で41.7%と明らかな差を認めなかった（ $p = 0.41$ ）。

LVT群の患者は1例を除いて心尖部に血栓を認めた。LVT群の中で2例、non-LVT群の中で3例が事前に抗凝固療法が導入されており、LVT群は全例で左心室内血栓の確認後にワルファリンによる抗凝固療法が開始された。中央値54.4か月の観察期間中に塞栓症の合併は認めなかった。心エコーにおけるE及びE'はLVT群で有意に小さかった (E:  $57.2 \pm 21.4$  cm/s vs.  $77.0 \pm 26.8$  cm/s;  $p = 0.033$ , E':  $3.6 \pm 1.2$  cm/s vs.  $5.4 \pm 2.0$  cm/s;  $p = 0.0086$ )。MRI計測による左心室拡張末期容積、左心室収縮末期容積、左心室駆出率は2群間で明らかな差を認めなかった。左心室心尖部の遅延造影所見はLVT群で明らかに多く認めた (83.3% vs. 45.8%,  $p = 0.04$ )。4D flow MRIによって描出される左心室内の渦血流は全ての患者で観察された。描出された渦血流と左心室の長軸長比、短軸長比、面積比はいずれもLVT群において有意に小さかった (長軸長比:  $55 \pm 14\%$  vs.  $70 \pm 10\%$ ,  $p = 0.00064$ 、短軸長比:  $51 \pm 11\%$  vs.  $67 \pm 10\%$ ,  $p = 0.000059$ 、面積比:  $27 \pm 10\%$  vs.  $45 \pm 11\%$ ,  $p = 0.000026$ )。渦血流の中心はLVT群では心基部に近い位置に観察された。左心室内の局所最大血流速度は、心尖部においてLVT群で有意に低下していた ( $19.1 \pm 4.4$  cm/s vs.  $27.4 \pm 8.9$  cm/s;  $p = 0.0006$ )。

#### [考察]

左心室内血栓形成には壁運動低下に伴う血流停滞、心筋障害、凝固能亢進状態などが関与しているが、血流停滞を直接的に評価することは困難であった。既報では心エコーでのE波の波形を基にした左心室心尖部の血流低下の予測が左心室血栓の形成と関連するとされ、本研究でも心エコーのE波はLVT群で有意に小さく類似した結果であったが、本研究では更に血流停滞の指標として4D flow MRIを用いて左心室内各所の血流速度を評価し、心尖部での血流速度がLVT群で低下していることが示された。また左心室内に描出される渦血流の大きさはLVT群で小さく、流入血流が心尖部に到達する前に流出路に方向転換することから、心尖部まで血流が届きにくく血栓形成に関与していると考えられた。心エコーは簡便かつ非侵襲的な評価方法ではあるが心尖部の血流停滞を直接的に評価することは困難である。一方で4D flow MRIでは左心室内の局所の血流速度を計測でき、左心室心尖部の血流停滞を直接的に評価できるという点で有用である。同じ4D flow MRIを用いた評価として心筋梗塞後の患者において左心室内での運動エネルギーの低下が報告されている。運動エネルギーは血液の密度や血流速度によって規定される指標である。本研究では血流速度のみで評価を行ったが、二群間でヘマトクリット値の差を認めず、血流速度の低下したLVT群では運動エネルギーも低いことが予測される。

#### [結論]

高度左心室収縮機能低下を来した患者において、左心室内の渦血流像がより小さいこと並びに左心室心尖部の血流速度の低下と左心室内血栓形成との間に関連性を認めた。