

Editorial Comment

心臓 MRI 二次元位相差コントラスト法による 多孔性筋性部心室中隔欠損における短絡量評価の有用性

稻毛 章郎^{1,2)}¹⁾日本赤十字社医療センター小児科²⁾榎原記念病院小児循環器科

Usefulness of Shunt Volume Evaluation in Multiple Muscular Ventricular Septal Defects by Cardiac Two-Dimensional Phase Contrast MRI

Akio Inage^{1,2)}¹⁾Department of Pediatrics, Japanese Red Cross Medical Center, Tokyo, Japan²⁾Division of Pediatric Cardiology, Sakakibara Heart Institute, Tokyo, Japan

心臓 MRI は、steady-state free precession シネによる心機能評価、2D phase contrast (以下、PC) 法による血流動態評価の二つを柱として、先天性心疾患領域においての有用性が証明され¹⁻³⁾、臨床の場面で低侵襲な画像モダリティーとして確立されたものになっている。

浦山らの論文⁴⁾では、僧帽弁上狭窄輪を伴う膜様部および多孔性の筋性部 VSD に対する治療戦略決定のために 2D PC MRI が有効に活用されていた。

2D PC 法は、2000 年に Powell らにより報告され⁵⁾、bipolar gradient を用いた位相の変化により断面全体の血流速度と強度を測定でき、対象血管における順行性および逆行性の血流量を算出することが可能であり⁶⁾、臨床の場で大いに使用されている⁷⁾。血管内での血流動態評価に使用される撮像法であるが、Thomson らの報告にあるように en face 画像としての断面を得られる ASD などの短絡量測定を行うことも理論上は可能である⁸⁾。

従来の心臓カテーテル検査より求められる Qp/Qs においては、Qp と Qs の差分は膜様部および筋性部の VSD 全体を反映したものとなる。今回浦山らは、2D PC 法にて膜様部と筋性部 2 か所の計 3 か所で en face 画像として得られた VSD の短絡量を測定し、それぞれの VSD を閉鎖した後の Qp/Qs を予想したうえで、手術にて閉鎖するのが好ましい VSD を定め外科医へ提言している。解剖学的に開口部が入り組んでいる筋性 VSD を en face 画像として捉えるのは困難と思われたが、右室圧上昇により心室中隔が平坦な形態をしていたため、3D 画像から VSD の en face 画像を構築することにより筋性 VSD の欠損孔を捉えられていた⁴⁾。2D PC 法で Qp/Qs を測定する際に使用したのが上行大動脈と主肺動脈であり、同時に上大静脈、下大静脈、下行大動脈、および左右肺動脈での PC 撮像がされておらず、計測値の検証がなされていない点が残念であるが、2D PC と心臓カテーテル検査で求められた Qp/Qs との相違はわずかであり、2D PC での計測値に間違はないと思われる。

浦山らの症例では、僧帽弁の狭窄解除と膜様部 VSD のみを閉鎖する治療戦略でも心不全症状は消失した可能性が十分考えられたが、僧帽弁上狭窄病変の残存を危惧して可能な範囲で筋性部 VSD を閉鎖する治療戦略を掲げ、そのために閉鎖すべき筋性部 VSD を決めるために 2D PC 法を用いたことは評価に値する。

浦山らが論文の考察でも述べているとおり、今後は同様の症例に対して 4D flow MRI の応用が期待される。4D flow MRI は、取得した 3D ボリューム内の複雑な血流パターンの時間的変化を測定および視覚化する機能を有し、

doi: 10.9794/jspccs.38.196

注記：本稿は、次の論文の Editorial Comment である。

浦山耕太郎、ほか：多孔性筋性部心室中隔欠損症における心臓 MRI 二次元位相差コントラスト法を用いた心室中隔 en face 画像の有用性：僧帽弁狭窄を合併した幼児例の考察。日小児循環器会誌 2022; 38: 189-195

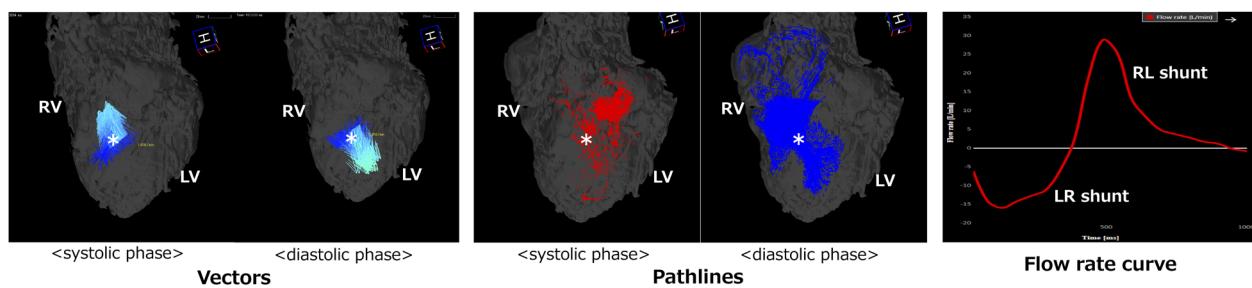


Fig. 1 膜様部 VSD の 4D フロー MRI (vectors, pathlines, flow rate curve)

任意の断面にての様々な定量的手段が提案されている⁹⁾. 供覧した画像は、榎原記念病院で撮像した膜様部 VSD (Fig. 1 内の *), PH, Eisenmenger 症候群の 4D flow MRI であり、血流のベクトル分布 (vectors), 流線の可視化, 心拍内の粒子の動き (pathlines) などをみることができ、流量曲線 (flow rate curve) も得られる. 開口部の解剖学的構造が複雑である筋性部 MRI など en face 画像を得ることが難しい疾患の血流動態解析にも 4D flow MRI がより有用であると考えられる.

引用文献

- 1) Pennell DJ, Sechtem UP, Higgins CB, et al; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance; Working Group on Cardiovascular Magnetic Resonance of the European Society of Cardiology: Clinical indications for cardiovascular magnetic resonance (CMR): Consensus panel report. Eur Heart J 2004; **25**: 1940–1965
- 2) Kramer C, Barkhausen J, Flamm S, et al; Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Board of Trustees Task Force on Standardized Protocols: Standardized cardiovascular magnetic resonance imaging (CMR) protocols, society for cardiovascular magnetic resonance: Board of trustees task force on standardized protocols. J Cardiovasc Magn Reson 2008; **10**: 35
- 3) Task Force of the European Society of Cardiology in Collaboration with the Association of European Paediatric Cardiologists: The clinical role of magnetic resonance in cardiovascular disease. Eur Heart J 1998; **19**: 19–39
- 4) 浦山耕太郎, 真田和哉, 野中春輝, ほか: 多孔性筋性部心室中隔欠損症における心臓 MRI 二次元位相差コントラスト法を用いた心室中隔 en face 画像の有用性: 僧帽弁狭窄を合併した幼児例の考察. 日小児循環器会誌 2022; **38**: 189–195
- 5) Powell AJ, Geva T: Blood flow measurement by magnetic resonance imaging in congenital heart disease. Pediatr Cardiol 2000; **21**: 47–58
- 6) Simonetti OP, Cook S: Technical aspects of pediatric CMR. J Cardiovasc Magn Reson 2006; **8**: 581–593
- 7) Beerbaum P, Körperich H, Barth P, et al: Noninvasive quantification of left-to-right shunt in pediatric patients: phase-contrast cine magnetic resonance imaging compared with invasive oximetry. Circulation 2001; **103**: 2476–2482
- 8) Thomson LE, Crowley AL, Heitner JF, et al: Direct en face imaging of secundum atrial septal defects by velocity-encoded cardiovascular magnetic resonance in patients evaluated for possible transcatheter closure. Circ Cardiovasc Imaging 2008; **1**: 31–40
- 9) Itatani K, Miyazaki S, Furusawa T, et al: New imaging tools in cardiovascular medicine: Computational fluid dynamics and 4D flow MRI. Gen Thorac Cardiovasc Surg 2017; **65**: 611–621