

## 1. 超音波診断装置の技術革新が広げる循環器画像診断の可能性

# 4) 心臓超音波検査における最新技術を用いた血流解析の有用性と将来展望

鍵山 暢之 順天堂大学デジタルヘルス遠隔医療研究開発講座 / 循環器内科

### 心腔内血流とその解析意義

心臓は全身に血を送り出すポンプであり、特に体循環に血液を送る左心室は、遠く離れた臓器へ十分な酸素をとどけるため、大きな力で効率良く血液を駆出している。毎日休まずに約10万回もの拍出を続けるために、心臓はさまざまな側面で効率の良い動きをしているが、正常な心腔内においては渦の存在がエネルギー損失の少なく効率的な血流を助ける機序の一つとして、重要な役割を担っている<sup>1), 2)</sup>。

左心室内では、拡張期に僧帽弁から心尖部方向に血流が流入するが、その際に流入してきた血液の周りには、ちょうどタバコの煙が上がる際のようにドーナツ型の渦が発生する<sup>3)</sup>。この渦は、拡張期に血流がエネルギーを保ったまま心尖部方向に移動するのを助けると考えられている。さらに、後方の渦は小さく拡張中期に消えてしまうが、前方向（大動脈弁方向）の渦は拡張中期～後期に向けて心尖部方向に移動していき、等容収縮期にかけて血流が大動脈弁方向に向けて自然に方向転換するのを助ける。収縮期には、左室全体の血液が大動脈弁方向に流れていき、正常な心腔内ではあまり渦が発生しない（図1）。病的心ではこのような心腔内血流パターンが保たれておらず、心臓のエネルギー効率が悪化しているということが報告されており<sup>4)</sup>、このような心腔内血流パターンの

変化が循環器病の初期から末期までのさまざまな段階において重要な役割を果たしているのではないかと類推されているが、近年まで心腔内血流を解析する手段は限られており、この分野に関する研究は十分に進んでいなかった。

最近になり、臨床でも応用可能な心腔内血流解析ソフトウェアが登場してきた。その代表的なものである富士フィルムヘルスケア社（旧・日立社）の“Vector Flow Mapping（以下、VFM）”は、カラー Doppler 法とスペクトルトラッキング法の組み合わせにより、2D心エコー図画像から心腔内の血流の方向や渦流の

大きさを定量評価できるソフトウェアで、ベッドサイドでほとんど通常どおりの操作で撮像した画像を解析することで、数分以内に結果を参照することができる。このような解析ソフトウェアの出現により、心腔内血流の解析、病的意義の検討は、近年徐々に盛んになっている。

### VFMの理論と解析方法

心腔内の血流情報を得るためにはいくつかの方法があるが、ベッドサイドで最も簡便に測定できる方法として、富士フィルムヘルスケア社（旧・日立社）製の

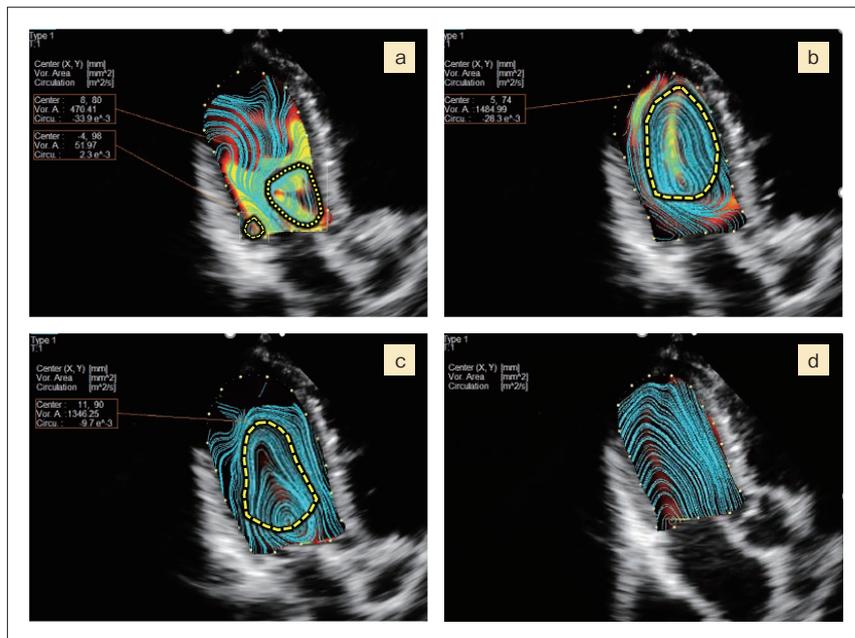


図1 健常心での渦の発生  
拡張早期 (a) に生じた前方の渦が拡張中期 (b) に心尖部方向に移動し、等容性収縮期 (c) に血流の方向転換を促し、収縮期 (d) に消失する。