

血流イメージングの基礎

谷川俊一郎

抄 録

超音波診断装置における血流イメージングは、血流情報を画像として表示する手法である。現在では、ボタン一つで簡便に、かつリアルタイムで血流の有無や方向がカラー表示され、血流の方向、流速、分布に関する詳細な情報を得ることが可能である。血流イメージングと通常の B モードは、共に体表から超音波パルスを送波し、体内からのエコー信号を受信して画像化する点は同じであるが、振幅情報を利用する B モードに対し、血流イメージングは、ドプラ効果を利用する点が特徴である。現在ではこのドプラ効果を利用した様々な血流表示手法が開発され、超音波診断装置に搭載されているので、それらの特徴を理解して適切に活用することも重要である。

Basics of ultrasound flow imaging

Shunichiro TANIGAWA, EJSUM

Abstract

Ultrasound flow imaging is a technique used to display blood flow information as images. Nowadays, it is possible to obtain detailed information on the direction, velocity, and characteristics of blood flow by displaying the presence or absence of blood flow and its direction in color in real time. However, blood flow imaging is characterized by use of the Doppler effect in contrast to B-mode, which uses amplitude information. In addition, various ultrasound flow imaging technologies using the Doppler effect have now been developed, and it is important to understand the characteristics of these technologies and use them appropriately.

Keywords

flow imaging, color Doppler, power Doppler, velocity, B-Flow

1. ドプラ効果

超音波診断装置における血流イメージングは、ドプラ効果を利用して、血流情報を画像として表示する手法と言える。ドプラ効果とは、観測者や音源が移動した場合に、その速度に応じて、音波の周波数が変化する現象である。このドプラ効果を利用し、物体の移動速度を推定する技術をドプラ法と呼ぶ。オーストリアの物理学者、クリスチャン・ドップラーが 1842 年に数学的な関係式を見出したことに由来する。一般的にも、目の前を通過する救急車や消防車のサイレンの音が、変化することはよく知られている現象である。Fig. 1 は、移動体から発せられた音の広がりを模式的に示したものである。音源が近づいてくる左側（観測者 a）では、移動体より一定の周期発生している音の到達時間が短くなる。すな

わち、周波数としては高くなり、高い音として認識される。逆に右側（観測者 b）のように遠ざかる場合は、音源からの間隔が疎になり、周波数としては下がるため、音としては低く聞こえる。また周波数の偏位は速度に応じて増加し、正面方向から外れるほどその偏位は小さくなる（観測者 c）¹⁾。この角度依存性は、パルスドプラ法で角度補正が必要であること、カラードプラ法でもプローブと平行な方向に流れる血管は描出が困難な場合があること、などと関連する。

2. ドプラ偏移の測定原理

生体に対して照射した超音波に対しても、例えば、動いている反射体である血球（赤血球）によりドプラ効果が発生する。この場合、プローブは固定された一定周波数の音源であり同時に観測者となる。血

GE ヘルスケア・ジャパン株式会社超音波製品開発部

Ultrasound General Imaging, GE Healthcare Japan, 4-7-127 Asahigaoka, Hino, Tokyo 191-8503, Japan

Corresponding Author: Shunichiro TANIGAWA (shunichiro.tanigawa@ge.com)

Received on August 6, 2021; Accepted on August 31, 2021 J-STAGE. Advanced published. date: October 25, 2021