B 1 1 8

超音波ドプラ情報に基づく心臓内血流のベクトル表示と流線表示との比較

大槻 茂雄[○](医用超音波技術研究所), 田中 元直(東北厚生年金病院)

Comparison between Vector Display and Streamline Display Based on Medical Ultrasonic Doppler Information in Hearts

Shigeo OHTSUKI and Motonao TANAKA

ABSTRACT

The blood flow in the heart can be observed as a colored image with medical ultrasonic Doppler equipment. As for this image, the component of velocity of the direction of an ultrasonic beam of a blood flow is displayed in blue and red. The component of velocity in an observing plane can be guessed from this component of velocity. This result is displayed according to the purpose. Here, the direct presentation of the flow vector was compared with the streamline display which quantized the blood flow. The vortex of a flow was easier to be observed by a streamline display. It turned out that a vector display tends to grasp the character of a flux.

Keywords: medical ultrasonic Doppler equipment, streamline, vector display, vortex

1. はじめに

医用超音波ドプラ装置で心臓内の血流をカラードプラ画像として観測できる。このとき、血流は超音波ビーム方向の速度成分が色づけして表示されている。この速度成分から観測面内の速度成分を推測できる。この結果は、目的に応じていくつかの方法で表示される。ここでは、速度ベクトルを直接表示する場合と血流を量子化した流線を表示する方法とを比較した。流れの渦の状態は流線による表示が理解しやすいが流量についてはベクトル表示のほうが流れの性質を把握しやすいことがわかった。

2. 面内流速ベクトル成分の導出

医用超音波診断装置では、超音波のドプラ効果を適用して心臓内の血流の実時間観測を可能としている。ドプラ効果の特性として、観測対象が近づくか遠ざかるかという情報、すなわち動きの1方向成分を検出している。しかし、観測は平面内で行われる。この二次元での観測の場合と1次元の速度情報の違いを生めるために、二次元の速度成分を流体の性質を考慮して推測することを提案してきている。この推測の方法は、超音波ビームと直交する線を横切る流量がビーム方向の速度成分のみで正確

に求まることに基礎を置いている。この流量は超音波断面画像のCモード画像の作成法と同じ手法であることからCモード流量と名づけた。この流量を考慮して観測面外との流出入を考え、さらに観測面内の渦流に注目して、速度成分を分解するものである。この方法で推定される観測面内の流速ベクトル成分を表示するのがベクトル表示法である。

Fig. 1 Sample of vector display

3. 流速ベクトル表示と流量

流速ベクトルデータは観測面内全域にあるため、これを用いて面内に設定された線分を横切る流量を求めることができる。特に心臓の動きのタイミング、すなわち心時相との関連で流量変化を観測することは心機能を解明する上で重要な情報を提供する。

4. 面内流線表示

Fig. 2 Streamline on a plane

図2に示すように、一般に流線は線上の各点において接線方向が流れの速度方向と一致する線として定義されるが、この考えを拡張して、流れの観測面内の速度ベクトル成分に適用すると、この線は面内の曲線となる。これを面内流線と名づける。特に、観測面の表示においては面内流線を単に流線と呼ぶことにする。

Fig. 3 Laminar function and point source

このような面内流線を表記するには図3に示すように層状関数を用いる。この層状関数は二次元の各点において値は不定であるが微係数は定まる関数である。

この流線による表示は面内の湧き出しや吸い込みを一

定量集めて点源として扱う量子化が行われるため、流線の方向と流速ベクトルの方向とは完全には一致しない。しかし、図4に示すように流線表示は、流れを単純化しているため視覚的に流れの状況を把握しやすい。

Fig. 4 Streamline display

5. むすび

医用超音波診断装置で得られるカラードブラ画像に重ねて流速ベクトル分布または流線を表示できることを示した。流速ベクトル分で示されるベクトル情報からは流量を求めることができる。また、流量を量子化して表示する流線表示は流れの状況を視覚的に捉えやすいこと示した。このとき用いる方法では、流れの渦流を分離して扱うため、渦流のみの表示を行うことができる。したがって、ドブラ法では原理上情報が得られないビームと直交する流れでも渦成分は捉えられるので、渦に特徴がある流れでは渦成分のみの流線表示も有用であろう。今後は、適用範囲を広げるための一般化と、圧力分布の表示の理論的な充実を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 大槻茂雄、田中元直：三次元流中の平面内の流量関数と流線、可視化情報, Vol.18, No.69 (1998) pp.136-140.
- 2) Ohtsuki, S., Tanaka, M.: The flow velocity distribution from the Doppler information on a plane in three-dimensional flow, VSJ Journal, 投稿中