

生体力学シミュレーションを左室流入血流解析に応用する

藤本眞一（奈良県立医科大学 総合医療・病態検査学）

1. 研究目標・計画

目標：

臨床の立場から、どのような画像情報が心内血流シミュレーションの作成に有用であるかについて検討した。それらの画像情報の臨床応用についても検討した。

計画：

1. 経胸壁心エコー図から得られる心臓断層図を用いて直交する方向の場合、多断面の場合について有用性を比較した。
2. 経食道による3次元画像の有用性を検討した。
3. 経胸壁3次元画像を用いること。
4. このようなシミュレーション結果から予測される成果を臨床決断の手法として用いる。

2. 研究内容の概要

1) 画像の選択

1. 経胸壁心エコー図画像を用いる場合

シミュレーションに用いる左室形状の作成には心内膜のマニュアル・トレースが必要となるため、多断面の画像の入力には相当な時間を要した。一方、計算に要する左室形態の推測法として、左室形状を直交する2断面から推測する方法は、多断面の場合と比較して大きな差異がないと考えられた。

2. 経食道心エコー図画像を用いる場合

経胸壁心エコーでは、画像の描出が困難な場合があるので、経食道を用いることを検討した。しかし、この方法では患者にとって、負担が少ないとは言えず、多数例の画像を得るには不向きであると考えられた。

3. 経胸壁3次元心エコー図を用いる場合

簡便に描出する手法を用いることができる。現在症例の蓄積を行っている。

4. 種々の症例での壁運動と心内血流動態の経時的变化の観察

現在、症例の解析作業中である。このことにより、類似した過去の症例の経過から新規症例での未来の画像を推測し、臨床決断や患者説明に用いる予定である。

2) 臨床応用

ヒト左心室機能の評価への応用

健常者と拡張型心筋症患者での左心室内血流のプロトタイプ計算力学モデルを超音波画像を用いて作成し、心内血流動態の観察が可能となった。左室中心部と辺縁部での血流の差異がみられ、従来の体表からの心エコードプラ法で観察出来なかった詳細な心内の血流動態の評価が可能となった。今後、症例数を確保して、データベースを作成し、臨床決断や患者説明などに応用を試みる。

3. 研究成果の発表

1) 論文：

Computational model of left ventricle dynamics and flow based on ultrasonographic data.

Hidehito Iwase, H. Liu, Shinichi Fujimoto, and Ryutaro Himeno

JSME International Journal, Series C 46 (4); 1321-1329, 2003.

2) 学会発表論文：

Analysis of the left ventricular diastolic filling dynamics in normal and diseased heart by an image-based, computational fluid dynamic study. Shinichi Fujimoto, Hao Liu, Hidehito Iwase, Ryutaro Himeno, Shinobu Nakamura, Proceeding of The 67th the Annual Scientific Meeting of Japanese Circulation Society, Circulation Journal 67 Supple ; 179, 2003.

岩瀬英仁, 劉浩, 藤本眞一, 姫野龍太郎, 早坂智明, Two-chamber view法による左心室血流動態の数値解析、第14回バイオエンジニアリング講演会予稿集。

H. Iwase, H. Liu, S. Fujimoto, and R. Himeno, An efficient, image-based, computational fluid dynamic modeling of left ventricle hemodynamics, *Proc. Riken Symposium on Computational Biomechanics*, 2002.

岩瀬英仁, 劉浩, 藤本眞一, 姫野龍太郎, 早坂智明, 左心室内の血流動態の数値解析, 第 13 回バイオエンジニアリング講演会予稿集.

岩瀬英仁, 劉浩, 藤本眞一, 姫野龍太郎, 早坂智明, Two-chamber 左心室モデルによる血流動態の数値解析, 日本機械学会 2001 年次大会予稿集.

H. Iwase, H. Liu, S. Fujimoto, R. Himeno, and T. Hayasaka, Non-invasive assessment of left ventricle function with a computational fluid dynamic model, *Proc. The 4th World Congress of Biomechanics*, Calgary, Canada, 2002.

H. Iwase, H. Liu, S. Fujimoto and R. Himeno, Numerical analysis of blood flow in left ventricle, *Proc. ASME-IMECE*, New York, 2001.