

[341]

氏 名（本籍）	瀬尾由広（茨城県）		
学位の種類	博士（医学）		
学位記番号	博乙第2087号		
学位授与年月日	平成17年1月31日		
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当		
審査研究科	人間総合科学研究科		
学位論文題目	Assessment of propagation velocity by contrast echocardiography for standardization of color Doppler propagation velocity measurements (カラードプラ法による伝播速度計測法標準化のための、コントラスト心エコー法を用いた伝播速度の評価)		
主査	筑波大学教授	医学博士	榊原謙
副査	筑波大学教授	医学博士	山田信博
副査	筑波大学教授	医学博士	川上康
副査	筑波大学教授	医学博士	磯博康
副査	筑波大学講師	博士（医学）	堀米仁志

論 文 の 内 容 の 要 旨

（目的）

カラードブラ法によって評価される左室流入血流伝播速度（color Doppler propagation velocity：color-Vp）は、拡張早期に左房より左室へ流入し、心尖部方向へ向かう血流の移動速度である。この速度の低下と左室弛緩異常との関連から、新たな左室拡張機能の評価法として用いられているが、その計測方法は未だ標準化されていない。カラードブラ法では同方向に同程度の速度で移動する複数の血流を区別して画像化できず、左室流入血流のみの伝播を可視化できないことがその一因と考えられる。したがって、左室流入血流の伝播をより特異的に画像化することが、その計測法の標準化に寄与すると考えられる。一方、コントラスト心エコー法を用いると特定の血流を可視化できることが知られているが、伝播速度の評価には用いられていない。そこで本研究の目的は、第一に左室流入血流成分のみの伝播を評価するため、コントラスト心エコー法により伝播速度を評価すること、第二にコントラスト法との比較によって、左室流入血流成分の伝播を反映する color-Vp 計測法を検討することである。

（対象と方法）

対象は、陳旧性心筋梗塞 32 例、安定狭心症 24 例、拡張型心筋症 21 例、肥大型心筋症 10 例、高血圧性心臓病 10 例、そして大動脈弁狭窄症 3 例の計 100 例（男性 70 例、女性 30 例、平均年齢 53 ± 12 歳）である。心尖部長軸像において左室流入血流のカラードブラ像を M モード表示し、以下の方法で color-Vp を計測した。第一は、カラードブラ M モード像の先端部の傾斜で計測する flow wave front 法（color-Vp Fw）、第二はカラードブラの折り返し（aliasing）を利用し、折り返し領域の先端部の傾斜を計測する aliasing 法である。また折り返し速度を、拡張早期左室流入血流最大速の 30%、40%、そして 50% の 3 段階に設定し、各々のカラードブラ像で color-Vp30、color-Vp40、そして color-Vp50（cm/s）を計測した。コントラスト心エコー

法は、超音波造影剤をボース投与し、心尖部長軸像で左室流入血流のコントラスト像を描出した。まず、その B モードと M モード像を対比し、M モード像の先端部の傾斜が左室流入血流先進部位の軌跡であることを確認した。我々はこの傾斜を contrast propagation velocity (contrast-Vp) と定義した。また、左室拡張機能をドプラ左室流入血流速波形によって 3 パターン（正常、弛緩異常、偽正常化）に分類し、各パターンにおける contrast-Vp および color-Vp を比較した。さらに左室拡張機能障害（弛緩異常もしくは偽正常化パターン）の検出力を receiver operating characteristics (ROC) curve を用いて比較した。

(結果)

contrast-Vp は 96 例 (96%) で計測可能であり、計測値のばらつきは、同一検者において $6.8 \pm 4.8\%$ 、2 名の検者間において $8.1 \pm 2.7\%$ と再現性は良好であった。Color-Vp では、color-Vp 50 が、90 例 (90%) で計測可能であり最も成功率が高かった (Vp Fw 84%, Vp 30 85%, Vp 40 85%)。また、計測値のばらつきでは、color-Vp 40 が、同一検者において $10.9 \pm 6.7\%$ 、検者間において $10.8 \pm 7.6\%$ と再現性は最も良好であった。一方、color-VpF は、同一検者において $19.1 \pm 12.7\%$ 、検者間において $22.4 \pm 15.9\%$ と再現性が不良であった。4 種類の color-Vp すべてが計測可能であったのは 84 例 (84%) であった。これら 84 例において、contrast-Vp と color-Vp を比較すると、color-Vp Fw は、contrast-Vp および他の color-Vp よりも有意に高値であった ($p < 0.0001$)。また、color-Vp30 と color-Vp50 も contrast-Vp より有意に高値 ($p < 0.01$) であったが、color-Vp40 と contrast-Vp には有意差はなく、両者には強い相関関係 ($y = 1.006x + 1.544, r = 0.801, p < 0.0001$) が認められた。ドプラ左室流入血流速波形パターンによる比較では、いずれの color-Vp、および contrast-Vp においても正常例が拡張機能障害例より有意に高値を示した。Area under ROC curve (AUC) で拡張機能障害例の検出力を比較すると、contrast-Vp が 0.94 で最大であり、カラードプラ法では color-Vp40 が 0.90 と、color-Vp Fw の 0.81、color-Vp30 の 0.83、そして color-Vp50 の 0.83 より大であった。

(考察)

コントラスト心エコー法の利点は、左室流入血流の伝播像の単純化であり、contrast-Vp 計測の高い成功率と再現性に反映されている。一方、コントラスト法との比較により、カラードプラ M モード像が左室流入血流以外の血流像を含んだ複雑な画像であることを示した。拡張早期に生じる左室の suction 効果や、液体（血液）の非圧縮性によって生じる圧力伝播に起因するカラードプラ像がそれに相当する。Flow wave font 法や aliasing 法の折り返し速度の設定によってみられたコントラスト法との差異は、これら他の血流像を含んで伝播速度を計測することにより、伝播速度が過大に評価されたためであると考えられる。一方、折り返し速度を拡張早期左室流入血流最大速の 40% から 50% 相当に設定して計測した color-Vp40 は、contrast-Vp との乖離が少なく、両者に良好な相関関係があることを示した。また、contrast-Vp と同様、color-Vp40 は左室拡張機能障害の検出力も他の color-Vp より優れていた。一方、最も計測値の成功率が良好であったのは、color-Vp 50 であった。これは、左室機能、左室形態に影響を受ける color-Vp の計測においては、単一の設定では対応が困難であること示唆するものである。したがって、本研究では color-Vp40 が左室流入成分をよく反映し、かつ拡張機能評価に有用な評価法であることが示唆されたが、個々の症例においては、color-Vp50 に設定を変更することにより、計測可能となる症例があることを念頭においておく必要がある。

(結論)

コントラスト心エコー法との比較によって、折り返し速度を拡張早期左室流入血流最大速の 40% から 50% 程度に設定した aliasing 法が、左室流入血流成分を反映した計測法であることが示唆された。この結果はカラードプラ法による伝播速度計測法の標準化に寄与すると考えられる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では、左室拡張能の指標としてカラードブラ法による左室流入血流の伝播速度計測法の標準化が試みられている。心臓カテーテル検査との対比まではされていないが、安定したデータの得られるコントラスト心エコー法との比較によって左室流入血流の伝播速度計測の意義が明解に示されている。本論文は、Journal of American Society of Echocardiography に採用が決定しており、専門領域でも高い評価が得られていると判断された。

よって、著者は博士（医学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。