

<原 著>

組織パルスドプラ法を用いた新しい心機能評価法 ～正常小児における心筋速度勾配と心筋壁肥厚速度～

(平成 11 年 9 月 3 日受付)

(平成 12 年 4 月 24 日受理)

徳島大学医学部小児科¹⁾, 徳島県立中央病院小児科²⁾, 徳島市民病院小児科³⁾,
麻植協同病院小児科⁴⁾, 徳島県立海部病院小児科⁵⁾

新居 正基¹⁾ 森 一博¹⁾ 早淵 康信¹⁾ 黒田 泰弘¹⁾
湯浅 安人²⁾ 松岡 優³⁾ 久保 雅宏⁴⁾ 富永 ユリ⁵⁾

key words: 組織パルスドプラ法, 心筋速度勾配, 壁肥厚速度, 左心機能

要 旨

正常小児 85 名 (1 カ月～17 歳, 平均年齢 7.8 歳) を対象に心室中隔と左室後壁の心筋速度勾配 (Myocardial Velocity Gradient: MVG) と心筋壁肥厚速度 (Myocardial Wall Thickening Velocity: MWT) の解析を行った。カラー M モード組織ドプラ法を用いて心筋壁内の速度分布を求め, 速度分布の回帰直線から MVG を算出し, 心筋壁両端の速度差から MWT を算出した。これらの指標は心臓全体の運動を相殺し, 心筋局所における壁厚の増加・減少運動を時系列で評価することが可能である。

中隔および左室後壁の壁厚増加・減少運動を本法を用いて比較すると, いずれにおいても収縮期に 1 峰性の壁厚増加速度および速度勾配を認め, 拡張早期・心房収縮期の時相に一致して壁厚減少速度および速度勾配を認めた。ただ, 中隔における壁厚の増加は II 音の前に終了し, 拡張早期での壁厚の減少運動は多峰性になるのに対し, 後壁では壁厚の増加は等容性拡張期まで持続し, 拡張早期の壁厚減少運動は 1 峰性であった。

各時相における MVG と MWT の指標を中隔と後壁で比較すると, 全ての指標で後壁のほうが有意に高値であった。

また, MVG の各指標は, すべて年齢と負相関し, 心拍数と正相関した。収縮期と拡張早期の指標は年齢との相関が最も良好であったのに対して, 心房収縮期の指標は心拍数との相関が最も良好であった。MWT については中隔と後壁の収縮期の指標は年齢と有意な正相関を示した。拡張早期の指標はいずれの因子とも相関を認めなかった。中隔および後壁の心房収縮期の指標は年齢と負相関, 心拍数と正相関を示し, 心拍数との相関が最も良好であった。

MVG は壁厚の増加速度もしくは減少速度をその時点における壁厚で正規化した指標であることから, 年齢による心筋壁厚の変化を除去した指標と考えることができるが, 実際には年齢とは負の相関を示した。一方, MWT は年齢による心筋壁厚の変化の影響を受けて年齢と正相関を示したと考えられる。

カラー組織ドプラ法から求められる MVG, MWT はともに局所心筋の viability を評価する指標として有用である。また, いずれの指標も心臓全体の運動を相殺することが可能であることから, 心臓全体の運動が影響を受けるような病態 (右室容量負荷, 開心術後, 心外膜炎等) における新しい心機能評価法として今後の応用が期待できる。

はじめに

組織ドプラ法は心筋の移動速度をパルスドプラ法を用いて直接測定する新しい手法である。本法を用いて壁運動速度をスペクトラム表示した組織パルスドプラ法は心機能評価の新しい指標としてその有用性が小児科領域でも報告されてきている^{1,2)}。また、カラー Mモード組織ドプラ法 (Color M-mode Tissue Doppler Imaging: M-TDI) は通常の心エコー図上に心筋の速度情報をカラーで重畳表示したものであり、本手法を利用した報告³⁾も散見されるようになってきた。

組織ドプラ法により得られた壁運動速度は前負荷の影響を受けにくく、また、その拡張早期の指標は流入血流と異なり偽正常化 (左室弛緩障害で低速となっていた拡張早期流入速度が、左室拡張末期圧の上昇により再び増大すること) することなく、拡張機能障害の重症度に応じて低下することが知られている⁴⁾。しかし、本法は心筋固有の運動速度だけでなく、心臓全体の運動速度も一緒に計測してしまう欠点を有していることから、開心術後や右心負荷を伴う症例など心臓全体の運動が影響を受ける病態においては解析に適さない。

一方、M-TDI から求められる心筋速度勾配 (Myocardial Velocity Gradient: MVG⁵⁾⁻⁷⁾、心筋壁肥厚速度 (Myocardial Wall Thickening Velocity: MWT) はいずれも心臓全体の運動による影響を除去することが可能な指標であり、局所心筋の壁厚変化を時系列で表示することが可能である。M-TDI によって求められた任意の時点における心筋壁内の速度分布から回帰直線を算出し、その傾きが MVG として求められる。一方、MWT は心筋壁両端の運動速度差として算出することができる。左室後壁における拡張早期の MVG 値は左室拡張能の新しい指標として有用性が報告⁸⁾されており、左室流入血流よりも直接的に左室拡張能を反映すると考えられている。

正常小児におけるこれらの指標についてはまだ報告がなく、本研究では小児 85 名を対象にして本指標の正常値を求めた。また、各計測値と年齢・心拍数との関係について検討を行った。

対象

対象は身体所見、心電図、胸部レントゲンおよび心エコー検査にて器質的心疾患を認めなかった川崎病既往児および無害性心雑音例 85 名である。年齢は 1 カ月から 17 歳、平均年齢 7.8 歳、男 48 名、女 37 名である。検査に先立ち、本法の検査内容を保護者に説明し了解

を得た。

方 法

超音波診断装置は東芝製 SSA 380 A を使用した。記録には 3.75 MHz と 5.0 MHz のプローブを使用した。左室短軸断面乳頭筋レベルにて通常の M-mode と M-TDI を記録した。記録時には心筋壁の運動速度がカラードプラの速度レンジを越えないように調節した。M-TDI により求めた心筋壁内速度情報を off-line でパーソナルコンピューター (Macintosh 7300; Apple Computer) に保存し、東芝社製ソフトウェア Heart Ver 1.4.7 を用いて解析した⁹⁾。通常の M モード上で中隔の右室側と左室側の心内膜を、後壁では心内膜と心外膜を順次マニュアルトレースし、各時相における壁内の速度情報を M-TDI より求めた (図 1)。MVG は Fleming⁵⁾ による最初の報告と同様に、各時点における壁内の速度分布から最小二乗法により回帰直線を求めその傾きを MVG として算出した。MWT は心筋壁両端の速度差として算出した。MWT はその時点における壁厚増加・減少速度 (壁厚変化の時間微分値) に相当し、MVG は MWT を各時点における壁厚で正規化した指標であり、心筋壁内の一定距離あたりの平均的な壁厚増大・減少速度と考えることができる。

10 msec 間隔で MVG, MWT を計測し、各時相における両指標のピーク値について検討を行った。計測値が多峰性となる場合は各時相における最も高いピーク値を測定値とした (図 2)。また、計測を行った時相における心筋壁内の速度プロファイルを再検査し、異常に飛び離れた値がないことを視覚的に確認した。呼吸停止可能な児では呼気位での呼吸停止下に、呼吸停止困難な児では呼気位での 3 心拍の計測値を平均して検討した。

尚、通常のパルスドプラ法にて左室流入血流を僧帽弁尖部にて記録し、左室早期流入血流 (E)、心房収縮期血流 (A) のピーク値を計測した。

結果は平均値 ± 標準偏差 (SD) で表示した。各時相における中隔と後壁の測定値を paired t-test を用いて比較検討した。また、計測値と各因子 (年齢・心拍数) との関係を直線回帰分析にて解析し、Stepwise regression 重回帰分析にて最も影響が大きい因子について検討した。

また、測定結果の再現性についての検討は無作為に選択した 20 名について行った。そのうち 10 名については同一検者によって約 1 週間の間隔で記録測定を 2 回行うことにより検者内差異 (intraobserver variabil-

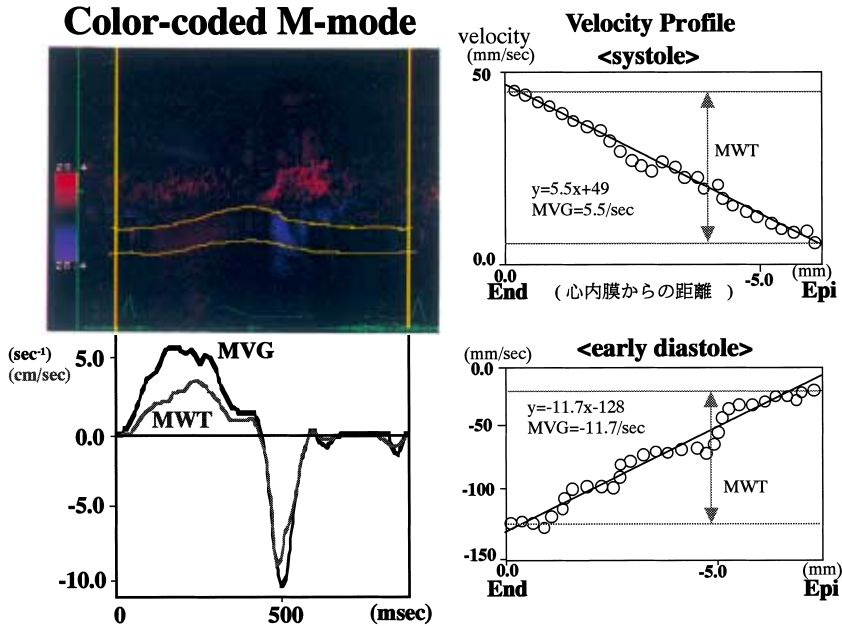


図 1

color-coded M-mode から心内膜・心外膜をトレースして心筋壁内の速度情報を取り出す(左上図). 取り出された心筋壁内の速度 profile から回帰直線を求め、その傾きが MVG, また心筋壁両端の速度差が MWT としてそれぞれ算出される(右図). 10 msec 間隔で算出された後壁の MVG, MWT を時系列で表示(左下図).
 End: 心内膜, Epi: 心外膜

ity)を検討した. 残りの 10 名については 1 時間の間隔をあけて他の検者にて記録測定を行い, 検者間差異 (interobserver variability) を検討した.

$p < 0.05$ を統計学的有意とした.

結 果

1) MVG

中隔における MVG は収縮期に一峰性でプラス(壁厚増加)の速度勾配 (Svg) を示した. Svg は収縮期末期に終了し, 次いで II 音もしくは II 音の直前にピークのくるマイナス(壁厚減少)の速度勾配を認めた. 拡張期には拡張早期と心房収縮期にマイナスの速度勾配 (Evg, Avg) を認めた. Evg は拡張早期から拡張期中期まで持続し, 一峰性もしくは多峰性を呈することが多かった(図 2).

後壁における MVG は中隔と同様に収縮期において 1 峰性でプラスの速度勾配 (Svg) を示し, 拡張早期と心房収縮期に一致してマイナスの速度勾配を認めた (Evg, Avg). また, 後壁では収縮期の間は Svg が持続し, 等容性拡張期においても Svg が持続する場合と,

速度勾配が 0 になる場合とがあった(図 2). 中隔と後壁において心電図の R 波から Svg の終了点までの間隔を計測すると, 後壁のほうが有意に長く(中隔: 302.4 ± 36.1 msec, 後壁: 367.3 ± 42.2 msec; $p < 0.0001$), 壁厚の増加は中隔よりも後壁の方が長く持続していた.

Svg, Evg は中隔・後壁いずれにおいても全例で計測が可能であった. 一方, Avg は中隔では 70 例(82%), 後壁では 82 例(96%) で計測が可能であった. 尚, 計測を行ったピークの時相における心筋壁内の速度プロファイルは一樣な分布を示し, 全例で良好な回帰直線が得られた.

2) MWT

MWT は MVG と同様のパターンを示した. 中隔における MWT は MVG と同様に収縮期に一峰性の壁厚増加速度 (Sw) を呈し, 拡張早期, 心房収縮期に一致して壁厚減少速度 (Ewt, Aw) を認めた.

後壁も Svg と同様に収縮期に一峰性の壁厚増加速度 (Sw) を示し, 拡張早期, 心房収縮期に壁厚減少速

度 (Ewt, Awt) を示した。

拡張期の指標についてはMVGとMWTのピークとなる時相がよく一致したが、収縮期においては必ずしも一致せず、Svgのピークが収縮期早期に認められることが多かったのに対しSwtのピークはSvgより

も遅れて収縮中期に認められることが多かった。この傾向は乳幼児でより顕著であった。

Swt, Ewtは中隔・後壁いずれにおいても全例で計測が可能であった。一方、Awtは中隔では68例(80%)、後壁では82例(96%)で計測が可能であった。

中隔と後壁における対応する時相でのMVG, MWT値について比較した(表1)。いずれの時相においても後壁における測定値が中隔よりも有意に高値であった。

3) 年齢・心拍数との相関

(1) MVG

測定値はすべて年齢と負相関、心拍数と正相関を示した。中隔のEvgおよび後壁のSvg, Evgは年齢との相関が最も良好であった。中隔のAvgおよび後壁のAvgは心拍数との相関が最も良好であった。一方、中隔のSvgは年齢・心拍数と同等の相関を示した。EvgとAvgの比(Evg/Avg)は中隔においては心拍数と負相関、後壁においては年齢と正相関、心拍数と負相関を示し、心拍数との相関が良好であった。

stepwise-regression重回帰分析では、これらの計測値は最も相関のよい因子から求められた単回帰直線での相関が最も良好であった。ただし、中隔のSvgについては心拍数(標準回帰係数: 0.35)と年齢(標準回帰係数: -0.30)の2因子を使用した重回帰直線の相関(r=0.60)が最も良好であった。また、後壁のAvgも心拍数(標準回帰係数: 0.39)と年齢(標準回帰係数: -0.37)の2因子を使用した重回帰直線の相関(r=0.70)が最も良好であった(表2)(図3A)。

(2) MWT

中隔および後壁のSwtは年齢と正相関、心拍数とは負相関を示し、年齢との相関が良好であった。Ewtは中隔、後壁ともいずれの因子とも相関を認めなかった。また、中隔および後壁のAwtは年齢と負相関、心拍数とは正相関を示し、心拍数との相関が良好で

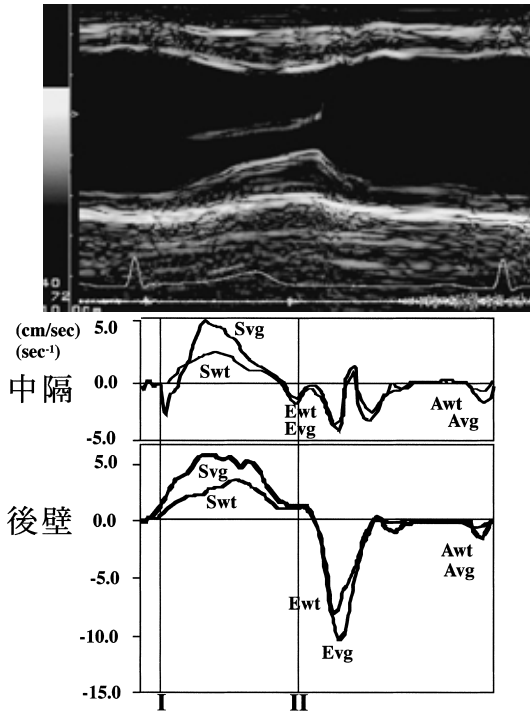


図 2

上段: 左室短軸断面 M-mode 記録 (1 心拍)。

下段: M-mode に対応した中隔、後壁のMVG, MWT時系列表示。

Avg: 心房収縮期速度勾配, Awt: 心房収縮期壁厚速度, Evg: 拡張早期速度勾配, Ewt: 拡張早期壁厚速度, Svg: 収縮期速度勾配, Swt: 収縮期壁厚速度, I: I音, II: II音

表 1 正常小児における中隔と後壁のMVG, MWT

MVG(sec ⁻¹)			MWT(cm/sec)		
中隔	後壁	中隔 vs 後壁	中隔	後壁	中隔 vs 後壁
Svg 3.03 ± 0.90	Svg 4.41 ± 1.12	p < 0.0001	Swt 1.74 ± 0.36	Swt 2.60 ± 0.63	p < 0.0001
Evg 3.55 ± 1.44	Evg 10.29 ± 3.11	p < 0.0001	Ewt 2.06 ± 0.76	Ewt 7.00 ± 1.82	p < 0.0001
Avg 1.34 ± 1.00	Avg 2.06 ± 1.28	p < 0.0001	Awt 0.62 ± 0.35	Awt 1.05 ± 0.51	p < 0.0001

表2 各計測値と年齢・心拍数との相関

		MVG		MWT	
		年齢 (r)	心拍数 (r)	年齢 (r)	心拍数 (r)
中隔	Svg	-0.56**†	0.56**†	Swt	0.48**† -0.25*
	Evg	-0.44**†	0.25*	Ewt	0.09 -0.12
	Avg	-0.46**	0.62**†	Awt	-0.24* 0.45**†
	Evg/Avg	0.15	-0.30**†	Ewt/Awt	0.15 -0.33**†
後壁	Svg	-0.52**†	0.43**	Swt	0.53**† -0.47**
	Evg	-0.53**†	0.49**	Ewt	0.21 -0.20
	Avg	-0.65**†	0.65**†	Awt	-0.48** 0.58**†
	Evg/Avg	0.34	-0.45**†	Ewt/Awt	0.41** -0.54**†

*p<0.05, **p<0.01, r: 相関係数

†: stepwise regression 重回帰分析にて最も相関の強かった因子

あった。Ewt/Awt は中隔においては心拍数と負相関、後壁では年齢と正相関、心拍数と負相関を示し、心拍数との相関が良好であった。stepwise-regression 重回帰分析ではこれらの計測値は最も相関のよい因子から求められた単回帰直線での相関が最も良好であった(表2) (図4,5)。

4) 左室流入血流 E, A, E/A との対比

早期流入血流 E は中隔および後壁の Evg, Ewt と有意な相関を認めなかったが、心房収縮期血流 A は中隔および後壁の Avg, Awt いずれとも有意な正相関を認めた。

E/A は中隔の Evg/Avg, Ewt/Awt とは相関を認めなかったが、後壁の Evg/Avg, Ewt/Awt とは有意な正相関を認め、特に Ewt/Awt との相関が良好であった(表3)。

5) 検者内・検者間差異

検者内、検者間で各波形の検出率、測定値に有意差を認めなかった。また、各測定部位における検者内差異と検者間差異についてそれぞれ相関係数 (r)、標準誤差 (SEE: standard error of the estimate) を算出し以下に記載した。

検者内差異: (中隔)MVG (r=0.93, SEE=0.52 sec⁻¹), MWT (r=0.91, SEE=0.34 cm/sec) (後壁)MVG (r=0.95, SEE=1.45 sec⁻¹), MWT (r=0.95, SEE=0.97 cm/sec) であった。

検者間差異: (中隔)MVG (r=0.91, SEE=0.49 sec⁻¹), MWT (r=0.88, SEE=0.44 cm/sec) (後壁)MVG (r=0.92, SEE=1.64 sec⁻¹), MWT (r=0.94, SEE=1.09 cm/sec) であった。

考 察

組織パルスドプラ法で求められた壁運動速度にはブロープに対する心臓全体の運動速度が加味されるため心筋の壁運動のみを評価することが困難である。MVG, MWT は心筋壁内の速度情報から算出される指標であり、心臓全体の運動を相殺して直接的に心筋壁の壁厚増加・減少運動を解析することが可能である⁵⁾⁻⁸⁾。尚、乳頭筋レベルにおいて中隔および後壁はともに3層の心筋線維から成っている⁹⁾が、実際に計測を行ってみるとMVGがピークをとる時相においては心筋壁内の速度プロファイルは一樣な分布を示し、良好な回帰直線が得られた。また、MVGの算出方法には壁内の速度分布から最小二乗法により回帰直線を求めその傾きを求める方法⁵⁾⁻⁷⁾とMWTをその時点での壁厚で除して計算する方法とがあるが、いずれの解析法を用いても得られたMVG値は良好に一致することが報告されている¹⁰⁾。

1) 中隔および後壁の壁運動の比較

本法は時系列で表示が可能なることから心室中隔と左室後壁における壁厚増加・減少運動の動態について比較検討が可能であった。収縮末期には中隔の壁厚増加運動はすでに終了し、壁厚の減少に移行した。一方、後壁の壁厚増加運動は中隔よりも長時間持続し、拡張期直前まで持続することが多かった。また、壁厚の減少は拡張期の開始にほぼ一致して始まっていた。

中隔と後壁で各時相のピーク値を比較するとMVGとMWTの値は全ての時相において中隔よりも後壁のほうが有意に大きい値をとった。以上のことから、壁厚増加運動は中隔に比して後壁でより強力に持続時間も長く、壁厚減少運動は中隔では収縮期末期から始

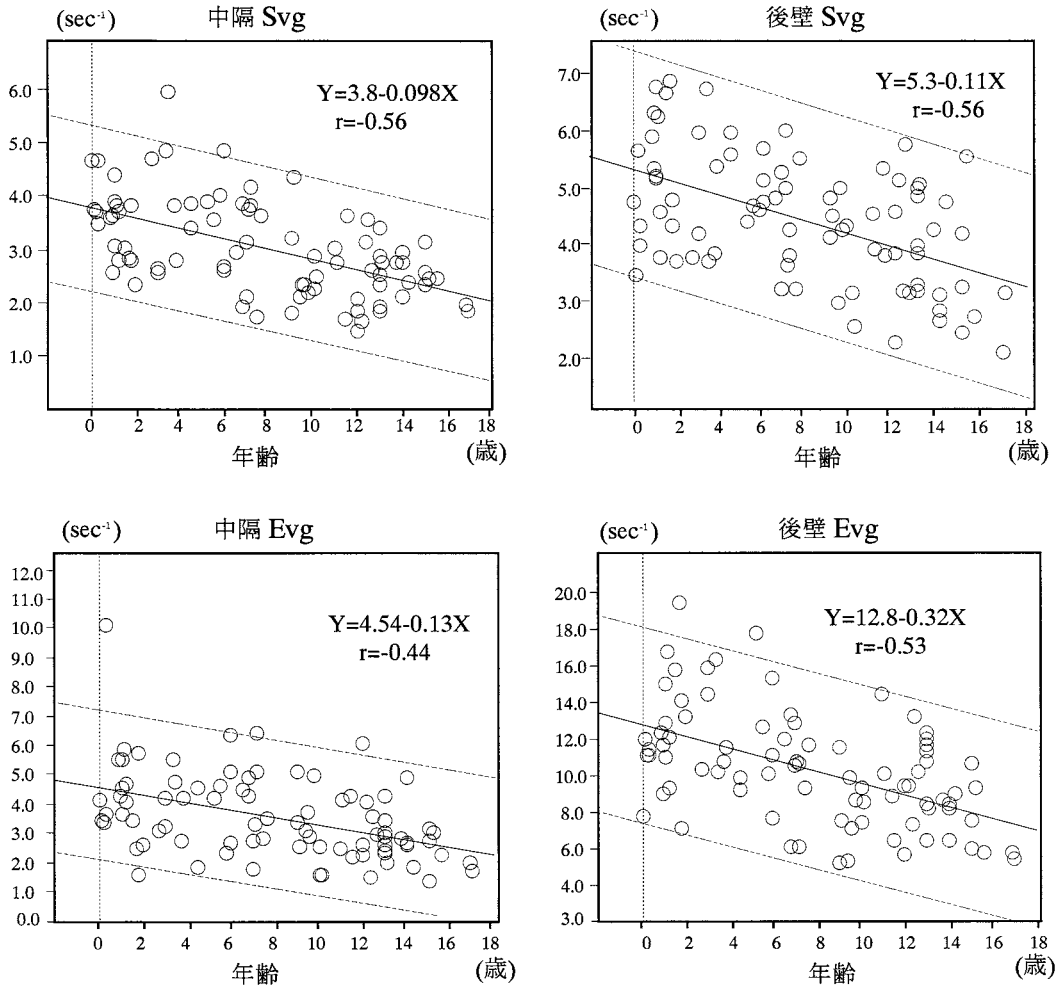


図 3

中隔・後壁における Sv, Ev と年齢との相関。実線が回帰直線, 点線が 95% タイル値。いずれの指標も年齢と有意な負相関を示した。

まってダラダラと持続するのに対し、後壁では主に拡張早期に一気に行われると考えられる。後壁のほうが中隔よりもダイナミックに壁厚の増加・減少を繰り返していると言える。このような中隔と左室後壁の違いは中隔が右室の収縮・弛緩にも関与していることが理由として考えられる。

2) 年齢・心拍数との相関

a) MVG

MVG は心筋壁内の速度情報を壁厚で正規化した値であるため心臓のサイズによる影響を受けない指標であると考えられる。当初, MVG の各指標は年齢によらない一定の値をとるのではないかと考えられたが, 本

研究の結果から明らかとなったように、全ての指標で年齢と負相関、心拍数と正相関を示した。一方、成人領域における後壁の MVG と年齢との関係については、Sv は年齢との相関を認めないが、Ev は加齢とともに低下（負相関）し、Avg は加齢とともに増加（正相関）すると報告されている¹¹⁾。このことは従来の左室流入血流の加齢による変化¹²⁾と一致した所見であり、加齢による心筋壁の拡張能の低下を反映していると考えられている。

小児においては年齢と Sv は負相関を示したが、この理由として小児期における後負荷の変化の影響が考えられる。小児期においては年齢とともに後負荷（壁

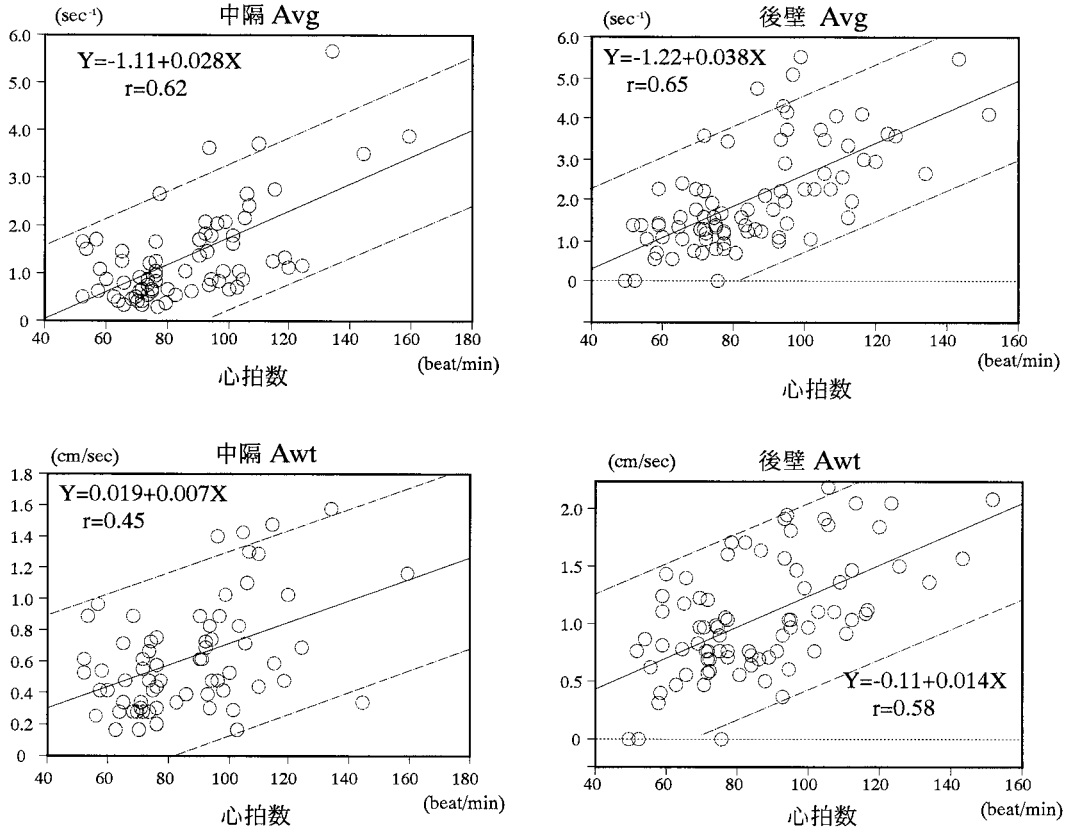


図 4

中隔・後壁における Avg, Awt と心拍数との相関。実線が回帰直線, 点線が 95% タイ ル値。いずれの指標も心拍数と良好な正相関を示した。

応力)が増加することが報告されており¹³⁾, また, MVG は前負荷の影響は受けにくいものの後負荷の影響は受けると考えられていることから⁸⁾, 年齢とともに Svg が低下したと考えられる。

また, 後負荷は左室弛緩能にも影響を及ぼすことが知られており¹⁴⁾¹⁵⁾, Evg が Svg と同様に年齢とともに低下したのも後負荷の増加による影響と考えることができる。

一方, Avg も年齢と負相関を示したものの, 最も相関の強かった因子は心拍数であった。Avg は心房収縮期における心室壁の伸展を表したものであり, この指標には心室壁のコンプライアンスと左房収縮力が反映される。左室流入血流において A 波のピーク速度は心拍数と正相関するが, これは心拍数が増加すると E 波の減速が不十分な時相に重なって心房収縮が起きるため, 心房収縮期に送り出す血液量が増えてしまうこ

とによると考えられている¹⁶⁾。心拍数の増加とともに増大した A 波に対応するため Frank-Starling の機序に従って心房収縮力が増強し, Avg が増高すると考えられる。

b) MWT

中隔および後壁の Swt は年齢と正相関を認めた。Swt の変化は, 心臓のサイズの変化を反映していると考えられる。Awt は Avg と同様に心拍数との相関関係が最も強く, 心拍数と正相関を認めた。Awt の心拍数に対する変化は Avg と同様の機序が考えられる。

一方, Ewt は年齢, 心拍数いずれとも有意な相関を認めなかった。従来, 心エコー図で左室拡張機能を分析する際に使用されていた左室流入血流 E/A, TPD による拡張早期運動速度はいずれも年齢・心拍数の影響を受けることから¹⁾¹⁶⁾, 小児科領域でこれらの指標

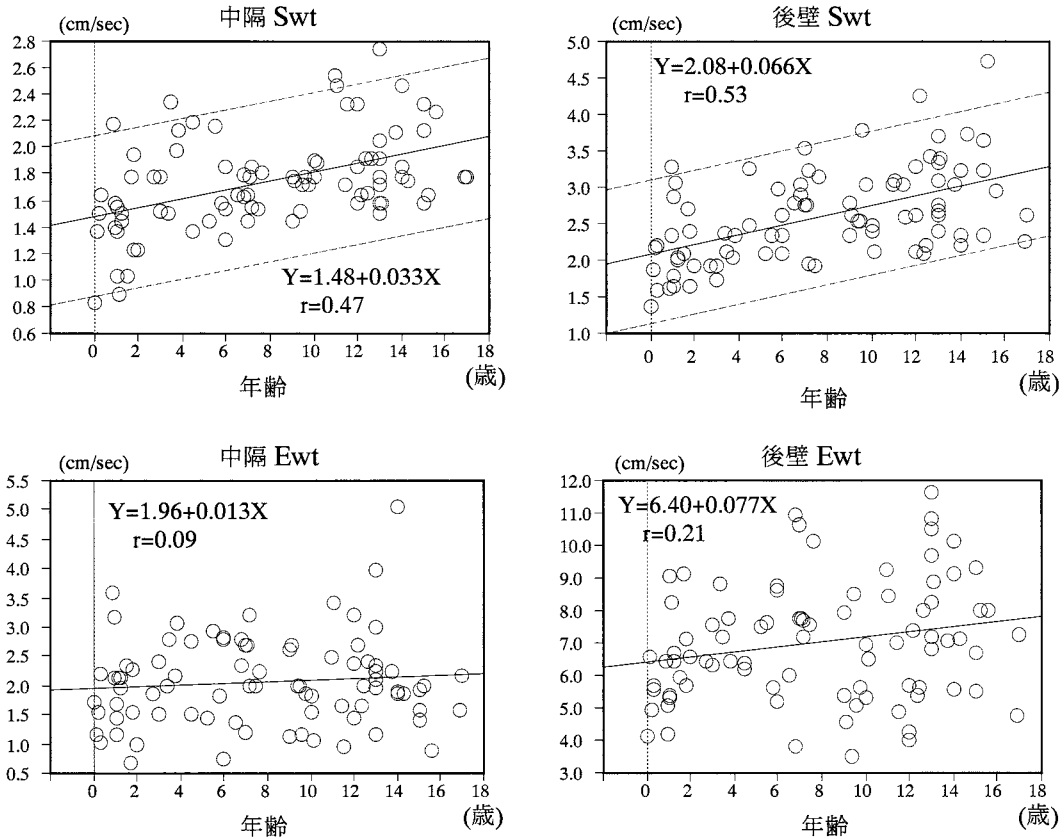


図 5

中隔・後壁における Swt, Ewt と年齢との相関。実線が回帰直線，点線が 95% タイル値。Swt は年齢と有意な正相関を示したが，Ewt は相関を認めなかった。

表 3 左室流入血流と各計測値の相関

	中隔		後壁	
	Evg r=0.11	Ewt r=0.005	Evg r=0.091	Ewt r=0.004
LVE				
LVA	Avg r=0.41**	Awt r=0.32*	Avg r=0.40**	Awt r=0.46**
LVE/A	Evg/Avg r=0.19	Ewt/Awt r=0.12	Evg/Avg r=0.39**	Ewt/Awt r=0.51**

r: 相関係数, *p<0.01, **p<0.001

を利用する際にはその判定が煩雑であった。今回の検討で Ewt が年齢・心拍数の影響を受けないことが明らかとなったことから，中隔では 0.57~3.55 cm/sec (95% 信頼範囲)，後壁では 3.45~10.56 cm/sec (95% 信頼範囲) を小児の正常域と設定できる。今後この指標が左室拡張能の新しい指標として小児科領域で臨床

上有用であるかを検討してゆきたい。

3) 問題点

本法の性質上，測定に最も適した部位はエコービームに対して平行に心筋壁厚が増加・減少する場所に限られる。よって現在のところ左室短軸断面における中隔と後壁だけが主な解析の対象部位となっている。また，本法はあくまで測定部位における心筋壁の収縮・弛緩運動を壁厚の変化で評価したものであり，心筋梗塞のように心筋壁の一部に asynergy を伴う場合には本法だけから心臓全体のポンプ機能を推定することは不可能である。また，MVG は心筋内の速度分布が一樣であるとの前提で算出されており，心筋壁内の速度分布が一樣でない病態(心内膜下虚血，薬剤性心筋障害，肥大型心筋症等¹⁷⁾)では壁全体の MVG を求めるよりも，心筋壁内を垂直方向に分割し，正常範囲と障害範囲それぞれについて MVG を求めるなどの工夫が必要

であると考えられる。

以上のような問題点は有するものの、本法は組織パルスドブラ法が有していた心臓全体の運動速度を計測してしまうという問題点を排除した新しいドブラ指標であり、右室容量負荷、開心術後もしくは心外膜炎等、心臓全体の運動が影響を受けるような病態においても心筋壁の viability を直接計測することが可能である¹⁸⁾。今後、小児科領域においてもその応用が広がっていくと考えられ、本研究の結果は小児における正常値として利用できると考えられる。

文 献

- 1) 森 一博, 真鍋哲也, 松岡 優, 黒田泰弘, 北川哲也, 多田羅勝義: 心筋内パルスドブラ法による小児の左室運動の解析. 日小循誌 1997; 13: 40 46
- 2) 森 一博, 松岡 優, 黒田泰弘, 早瀬康信, 北川哲也, 多田羅勝義, 真鍋哲也: 組織パルスドブラ法による進行性筋ジストロフィーの左室壁運動パターンの分析. 日小循誌 1998; 14: 390 399
- 3) Iwasaki Y, Satomi G, Yasukochi S: Analysis of ventricular septal motion by Doppler tissue imaging in atrial septal defect and normal heart. Am J Cardiol 1999; 83: 206 210
- 4) Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, Kim HC, Kim HS, Oh BH, Lee MM, Park YB, Choi YS, Seo JD, Lee YW: Assesment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function. J Am Coll Cardiol 1997; 30: 474 480
- 5) Fleming AD, Xia X, McDicken WN, Sutherland GR, Flenn L: Myocardial velocity gradients detected by Doppler imaging. Br J Radiol 1994; 67: 679 688
- 6) Uematsu M, Miyatake K, Tanaka N, Matsuda H, Sano A, Yamazaki N, Hirama M, Yamagishi M: Myocardial velocity gradient as a new indicator of regional left ventricular contraction: detected by a two dimensional tissue Doppler imaging technique. Am J Coll Cardiol 1995; 26: 217 223
- 7) Uematsu M, Nakatani S, Yamagishi M, Matsuda H, Miyatake K: Usefulness of myocardial velocity gradients derived from two-dimensional tissue Doppler imaging as an indicator of regional myocardial contraction independent of translational motion assessed in atrial septal defect. Am J Cardiol 1997; 79: 237 241
- 8) Shimizu Y, Uematsu M, Shimizu H, Nakamura K, Yamagishi M, Miyatake K: Peak negative myocardial velocity gradient in early diastole as a non-invasive indicator of left ventricular diastolic function: comparison with transmitral flow velocity indices. J Am Coll Cardiol 1998; 32: 1418 1425
- 9) Greenbaum RA, Ho SY, Gibson DG, Becker AE, Anderson RH: Left ventricular fibre architecture in man. Br Heart J 1981; 45: 248 263
- 10) Pellerim D, Berdeaux A, Cohen L, Giudicelli FJ, Witchitz S, Veyrat C: Comparison of 2 myocardial velocity gradient assessment methods during dobtamine infusion with Doppler myocardial imaging. J Am Soc Echocardiogr 1999; 12: 22 31
- 11) Palka P, Lange A, Fleming AD, Fenn LN, Bouki KP, Shaw TRD, Fox KAA, McDicken WN, Sutherland GR: Age-related transmural peak mean velocities and peak velocity gradients by Doppler myocardial imaging in normal subjects. Eur Heart J 1996; 17: 940 950
- 12) Matero A, Gentile F, Gualtierotti C: Left ventricular diastolic parameters in 288 normal subjects from 10 to 80 years old. Eur Heart J 1995; 16: 94 105
- 13) Colan SD: Noninvasive assessment of myocardial mechanics a review of analysis of stress-shortening and stress-velocity. Cardiol Young 1992; 2: 1 13
- 14) Gaasch W: Myocardial relaxation: effects of preload on the time course of isovolumic relaxation. Circulation 1986; 73: 1037 1041
- 15) Katayama K, Kumada T, Matsuzaki M, Fujii T, Kohno M, Ogawa H, Ozaki M, Matsuda Y, Kusukawa R: Effect of afterload on the left ventricular pressure fail during isovolumic relaxation period in man. Jpn Cir J 1988; 52: 518 524
- 16) 中谷茂和, 谷口 昂, 新垣義夫, 神谷哲朗: 超音波パルスドブラ法による小児の心室流入路流出路血流像の検討. 日児誌 1986; 90: 2039 2048
- 17) 山田博胤, 大木 崇, 田畑智継, 阿部美保, 小野瀬由紀子, 真鍋和代, 福田和代, 井内 新, 伊藤 進: 組織ドブラ法を用いた肥大型心筋症における左室心筋内速度分布の評価. J Med Ultrasonics 1997; 24: 311
- 18) Uematsu M, Nakatani S, Yamagishi M, Matsuda H, Miyatake K: Usefulness of myocardial velocity gradient derived from two-dimensional tissue Doppler imaging as an indicator of regional myocardial contraction independent of translational motion assessed in atrial septal defect. Am J Cardiol 1997; 79: 237 240

Quantification of myocardial velocity gradient and myocardial wall
thickening velocity in normal children
New indicator of regional myocardial wall motion

Masaki Nii¹⁾, Kazuhiro Mori¹⁾, Yasunobu Hayabuchi¹⁾, Yasuhiro Kuroda¹⁾, Yasuhito Yuasa²⁾
Suguru Matsuoka³⁾, Masahiro Kubo⁴⁾ and Yuri Tominaga⁵⁾

¹⁾Department of Pediatrics, Tokushima university school of medicine

²⁾Department of Pediatrics, Tokushima prefectural central hospital

³⁾Department of Pediatrics, Tokushima municipal hospital

⁴⁾Department of Pediatrics, Oe kyoudou hospital

⁵⁾Department of Pediatrics, Kaifu prefectural hospital

Tissue Doppler imaging is a new ultrasound technique that has enabled tissue motion velocity measurements in real time. However, the tissue velocities are affected by translational motion as well as by the Doppler angle. The myocardial velocity gradient (MVG) and myocardial wall thickening velocity (MWT), determined by a color-coded tissue Doppler imaging, are able to evaluate the regional wall thickening and thinning motion independently of the translational motion.

To determine the normal range of the MVG and MWT of interventricular septum and posterior wall, we studied 85 normal children (mean age 7.8 ± 5.0 years). Peak values of MVG and MWT at each cardiac phase were measured: systole (Svg, Swt), early diastole (Evg, Ewt), atrial contraction (Avg, Awt).

Every peak values of MVG and MWT are higher in posterior wall than in interventricular septum, suggesting that thickening and thinning wall motion is more dynamic in posterior wall. Linear regression analysis showed that with the increase of age Svg, Evg, Avg and Awt decreased, whereas Swt increased, however, Ewt showed no significant change. Svg, Evg and Swt are strongly affected by age. On the other hand, Avg and Awt are strongly affected by heart rate. Since Ewt showed no significant relationship with age or heart rate, it might be a new indicator that can evaluate the diastolic function independently of age or heart rate.
