

正常小児における右室壁運動 組織パルスドプラ法を用いた解析

(平成 11 年 3 月 29 日受付)

(平成 11 年 8 月 30 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 : 右室壁運動, 組織パルスドプラ法, 右室流入血流

要 旨

正常小児 80 名 (平均年齢 7.6 ± 5.0 歳) を対象にして左室短軸断面, 心尖部四腔断面で組織パルスドプラ法を施行し, 右室自由壁, 心室中隔の短軸方向および長軸方向での壁運動を解析した.

右室自由壁は短軸断面では収縮期に後方へ向かう 2 峰性運動 ($S1w, S2w$), と拡張早期 (Ew) および心房収縮期 (Aw) の前方へ向かう 4 つの波形を認め, 長軸方向では収縮期に心尖部へ向かう 1 峰性運動 (Sw) と拡張期の心基部へ向かう 2 峰性運動 (Ew, Aw) を認めた.

心室中隔は短軸断面では収縮期に後方へ向かう 1 峰性運動 (Sw) と拡張期に前方へ向かう 2 峰性運動 (Ew, Aw) を認め, 長軸方向では収縮期に心尖部に向かう 2 峰性運動 ($S1w, S2w$) を認め, 拡張期には心基部へ向かう 2 峰性運動 (Ew, Aw) を認めた.

年齢と正相関を示したのは, 短軸方向においては右室自由壁の $S1w, Ew$ および中隔の Sw , 長軸方向においては右室自由壁の Sw , 中隔の $S1w, S2w, Ew$ であった. 年齢と負相関を示したのは, 短軸方向においては右室自由壁の Aw/Ew , 長軸方向においては右室自由壁の Aw と Aw/Ew , 中隔においては Aw/Ew であった. 年齢と正相関する速度成分については体格による影響が大きく, 年齢と負相関する速度成分については心拍数の影響が大きいと考えられた.

右室流入血流の心房収縮期および拡張早期の流速の比 (A/E) と拡張期壁運動の比 (Aw/Ew) は右室自由壁では短軸, 長軸両方向で, 心室中隔では長軸方向のみで有意な正相関を示した. なかでも右室自由壁長軸方向との相関が最も強かった.

はじめに

組織パルスドプラ法¹⁾⁻³⁾は任意の部位における心筋壁運動速度を測定することが可能である. 本法を用いた短軸方向の左室後壁運動速度および長軸方向での僧帽弁弁輪部壁運動速度は血流パルスドプラ法とは異なった性質を有しており, 左心機能の新しい指標とし

てその有用性が多く報告されてきている⁴⁾⁻⁶⁾. しかし, 右室壁の壁運動速度を右心機能との関連について検討した報告はまだ少ない⁷⁾. また, 小児における組織パルスドプラ法の報告は現在のところ少なく, 正常値についても左心系に関する報告はあるが⁸⁾⁹⁾, 右心系についての報告はない. 小児科領域では心房中隔欠損等による右室前負荷, もしくは肺高血圧による右室後負荷等, 右心機能の評価が重要な病態に遭遇する機会が多くある. 右心室の形状が複雑なことから非侵襲

別刷請求先: (〒770 0042) 徳島県徳島市蔵本町 1 丁目

10 3

徳島県立中央病院小児科 新居 正基

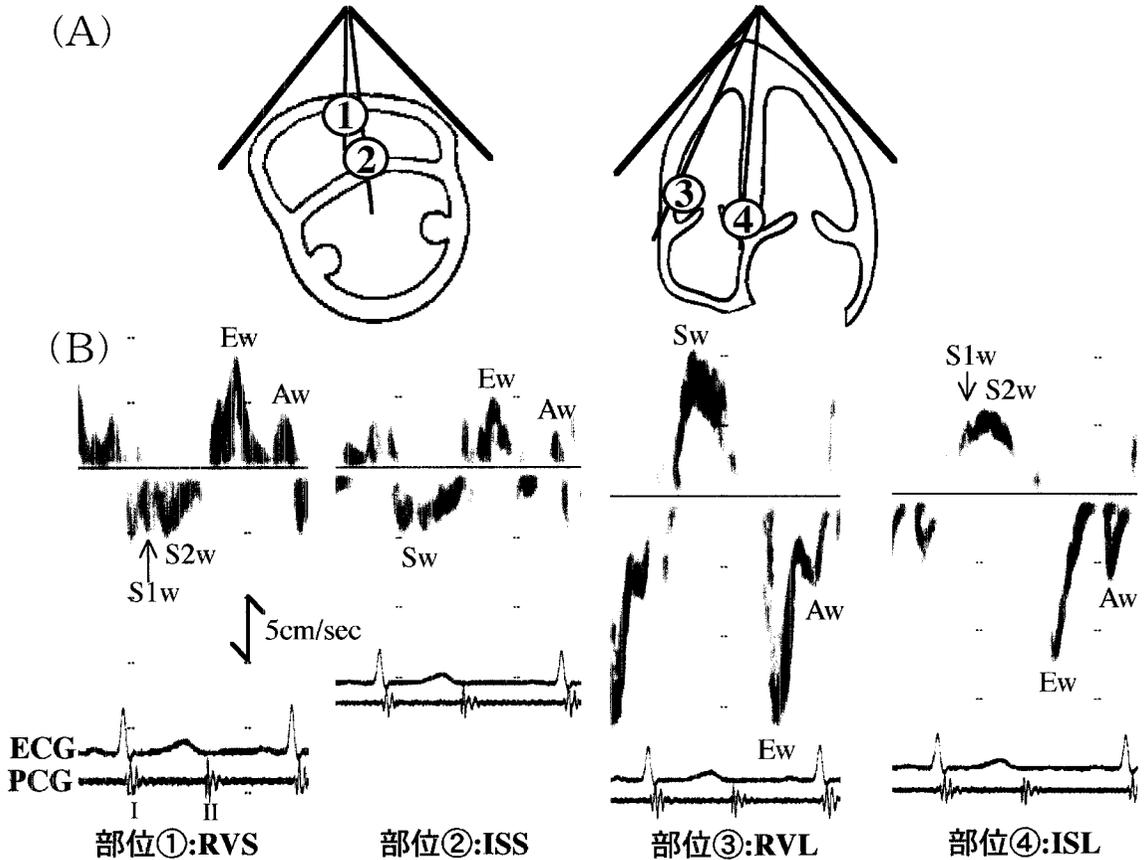


図1 左室短軸断面，心尖部四腔断面での測定方法

図1 A：①～④はサンプル設定部位

図1 B：部位①～④の組織パルスドプラ波形

Aw：心房収縮期運動，ECG：心電図，Ew：拡張早期運動，ISS：心室中隔短軸方向，ISL：心室中隔長軸方向，PCG：心音図，RVL：右室自由壁長軸方向，RVS：右室自由壁短軸方向，Sw (S1w, S2w)：収縮期運動

的に右心機能を評価することはこれまで困難であった。組織パルスドプラ法では右室の任意の部位においてビーム方向に沿った壁運動速度を計測することが可能であり、壁運動速度情報から右心機能を非侵襲的に評価できる可能性がある。

本研究では正常小児における右室自由壁，心室中隔の壁運動速度について解析を行った。そして、それらの運動速度指標と心拍数・年齢・体表面積との関係について検討した。

対象

対象は、理学的所見，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 80 名である。年齢は

1.4 カ月から 17 歳，平均年齢は 7.6 ± 5.0 歳，男 41 名，女 39 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。発振周波数は 3.75 MHz，もしくは 5.0 MHz を使用した。ドプラフィルターと音響出力を可能な限り下げ，壁運動速度は ± 30 cm/sec の範囲で記録した。

解析には左室短軸断面（乳頭筋レベル）と心尖部四腔断面の 2 断面を使用した（図 1 A）。左室短軸断面では右室自由壁中央（図 1 の部位①：RVS），と心室中隔中央（部位②：ISS），四腔断面では三尖弁輪部直下の右室自由壁（部位③：RVL）および心室中隔（部位

表1 正常小児での壁運動速度

右室自由壁 (RVF)	cm/sec	n	心室中隔 (IVS)	cm/sec	n	RVF vs IVS (p)
①(RVS)			②(ISS)			
S1w	5.5±1.3	48	Sw	4.7±0.9	80	< 0.001
S2w	5.2±1.2	80	Ew	7.5±1.8	79	NS
Aw	7.1±1.7	80	Aw	3.0±1.0	68	< 0.0001
Aw/Ew	0.57±0.12**	80	Aw/Ew	0.41±0.13**	68	< 0.0001
③(RVL)			④(ISL)			
Sw	13.7±2.0	80	S1w	7.0±1.0	51	-
Ew	15.8±2.9	80	S2w	7.7±1.2	80	< 0.0001
Aw	9.9±2.7	80	Ew	13.7±2.0	80	< 0.0001
Aw/Ew	0.65±0.22 ^{NS}	80	Aw	6.5±1.2	80	< 0.0001
Aw/Ew	0.65±0.22 ^{NS}	80	Aw/Ew	0.49±0.14**	80	< 0.0001
右室流入血流						
A/E	0.68±0.19	79				

数値は Mean ± SD, NS: not significant

*p < 0.05, **p < 0.01 vs A/E(右室流入血流)

④: ISL)における右室側心内膜面にサンプル部位を設定した。また、全心周期を通して心内膜面がサンプルボリューム内におさまるようにサンプルボリューム幅を設定し、角度補正は行わなかった。得られた波形をストリップチャートにて紙送り速度 100 mm/sec で心電図、心音図と共に記録した。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5心拍を平均して部位①~④の壁運動パターンを検討した。

通常のパルスドブラ法にて右室流入血流を全例で記録した。右室流入血流はサンプルボリュームを三尖弁尖接合部に置いて記録した。記録が著しく不良な場合は検討から除外した。

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 variability)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。

結果は平均値±標準偏差(SD)で示した。中隔と右室自由壁における対応する時相での平均速度の差、および右室流入血流と壁運動速度の差の検定にはpaired t testを用いた。また、計測値と各変数(心拍数・年齢・体表面積)との関係を直線回帰分析にて検討し、Stepwise regression 重回帰分析にて最も影響が大

きい変数について検討を行った。

p<0.05を統計学的有意とした。

結果

1. 正常小児における壁運動パターン

計測した①~④の壁運動パターンの代表例を示した(図1B)。収縮期には右室自由壁・心室中隔ともに短軸方向では後方へ、長軸方向では心尖部方向への運動を認めた。右室自由壁短軸方向(①RVS)、心室中隔長軸方向(④ISL)では収縮期に2峰性のパターンを示すことが多かった。拡張期には収縮期とは反対方向へ、拡張早期と心房収縮期に一致して2峰性の運動を認めた。ただし、心室中隔短軸方向(②ISS)における拡張期の運動は複雑で、記録が困難な症例が多かった。収縮早期の運動をS1w、収縮中期から後期の運動をS2w、拡張早期の運動をEw、拡張後期(心房収縮期)の運動をAwとした^{9,11)}。検討は各運動における速度のピーク値について行った。拡張早期の運動が部位②:ISSでは2峰性に分かれる場合(E1w, E2w)もあったため、この場合は速度の速い方をEwとして計測した。各部位における心筋運動速度、および心房収縮期運動と拡張早期運動速度の比Aw/Ew比を表1に示した、また、短軸方向、長軸方向における右室自由壁と心室中隔の各速度成分の比較を行った。

(A) 収縮期運動の検討

全例で収縮期の運動速度が計測可能であった。収縮期運動が2峰性を示したのは部位①:RVSで48例

表2 壁運動速度と年齢・体表面積・心拍数との相関

(右室)	年齢 との相関 r =	体表面積 との相関 r =	心拍数 との相関 r =	(中隔)	年齢 との相関 r =	体表面積 との相関 r =	心拍数 との相関 r =
①(RVS)				②(ISS)			
S1w	0.45***†	0.45**	-0.34*	Sw	0.38***†	0.36**	-0.24*
S2w	0.17	0.21	-0.11	Ew	0.19	0.21	-0.22*†
Ew	0.34**	0.38***†	-0.36**	Aw	-0.15	-0.14	0.05
Aw	-0.03	-0.08	0.12	Aw/Ew	-0.02	-0.02	0.19
Aw/Ew	-0.39***	-0.35**	0.61***†				
③(RVL)				④(ISL)			
Sw	0.32**	0.34***†	-0.21	S1w	0.66***	0.70***†	-0.54***
Ew	0.03	0.03	-0.09	S2w	0.31**	0.32***†	-0.27*
Aw	-0.54***	-0.48***	0.65***†	Ew	0.63***	0.63***†	-0.59***†
Aw/Ew	-0.51***	-0.47***	0.63***†	Aw	-0.22	-0.20	0.37***†
Aw/Ew	-0.51***	-0.47***	0.63***†	Aw/Ew	-0.53***	-0.51***	0.63***†
右室流入血流							
A/E	-0.55***	-0.55***	0.78***†				

r: 相関係数, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, † Stepwise regression にて選択された変数

(60%), 部位②: ISSでは0 部位③: RVLでは0 部位④: ISLでは51例(64%)であった。いずれの部位においても2峰性に記録できた場合, S1wは収縮早期の急峻な運動であり, S2wはそれに続くならかな運動であった。短軸断面における右室自由壁の収縮期最高速度と心室中隔収縮期最高速度を比較すると, 右室内腔が収縮することを反映して有意に右室自由壁の速度が速かった($p < 0.001$)。長軸方向においては心室中隔のS2wと右室自由壁のSwを比較すると右室自由壁において有意に速度が速かった($p < 0.0001$)。右室自由壁の方が心室中隔よりも短軸方向, 長軸方向いずれにおいても収縮期の運動が高速であった。

(B) 拡張期運動の検討

部位①RVS, ③RVL, ④ISLにおいて拡張期の運動は拡張早期の運動(Ew)と, 心房収縮に一致した運動(Aw)に分けることができた。また, これらの部位では全例でEw, Awの記録が可能であった。一方, ②ISSでの拡張期の運動は複雑でEwの測定が全くできないものが1例(1.3%), およびAwの記録が不良な症例が12例(15%)あった。

(1) Ew: 短軸方向においては右室自由壁と中隔で有意差を認めなかったが, 長軸方向では右室自由壁(③RVL)が中隔(④ISL)よりも有意に速度が速かった($p < 0.0001$)。同一部位での速度の比較において, 殆どの症例においてEwが最大であったが, 心拍数が95/分を越えると①RVS, ③RVLにおいてAwの速度が最大

となる場合があった。

(2) Aw: 短軸, 長軸方向いずれにおいても右室自由壁におけるAwの速度は中隔よりも高速であった($p < 0.0001$)。

(3) Aw/Ew: 部位①~④での比較において③RVL > ①RVS > ④ISL > ②ISSの順に高値をとった。paired t-testにて右室流入血流におけるA/Eは①RVS, ②ISS, ④ISLにおけるEw/Awより有意に高値であったが($p < 0.01$), ③(RVL)とは有意差がなかった。

2. 心拍数・年齢・体表面積との比較

心拍数・年齢・体表面積と各壁運動速度成分, 右室流入速度との関連について示した(表2)。また, 図2に年齢の異なった実際の2症例を示す。

(1) 年齢と正相関する速度成分

①RVSではS1w($r = 0.45$, $p < 0.01$), Ew($r = 0.34$, $p < 0.01$), ②ISSにおいてはSw($r = 0.38$, $p < 0.001$), ③RVLではSw($r = 0.32$, $p < 0.01$), ④ISLではS1w($r = 0.66$, $p < 0.001$), S2w($r = 0.31$, $p < 0.01$), Ew($r = 0.63$, $p < 0.001$)が年齢と有意な正相関を示した。これらの測定値は体表面積とは同様に正の相関を示し, 逆に心拍数とは負相関を示した。これらの測定値のうち①RVSのS1w, ②ISSのSwは年齢と, 他の測定値は体表面積との相関が最も良好であった。

Stepwise regression 重回帰分析では, これらの速度成分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, ④ISLのEw

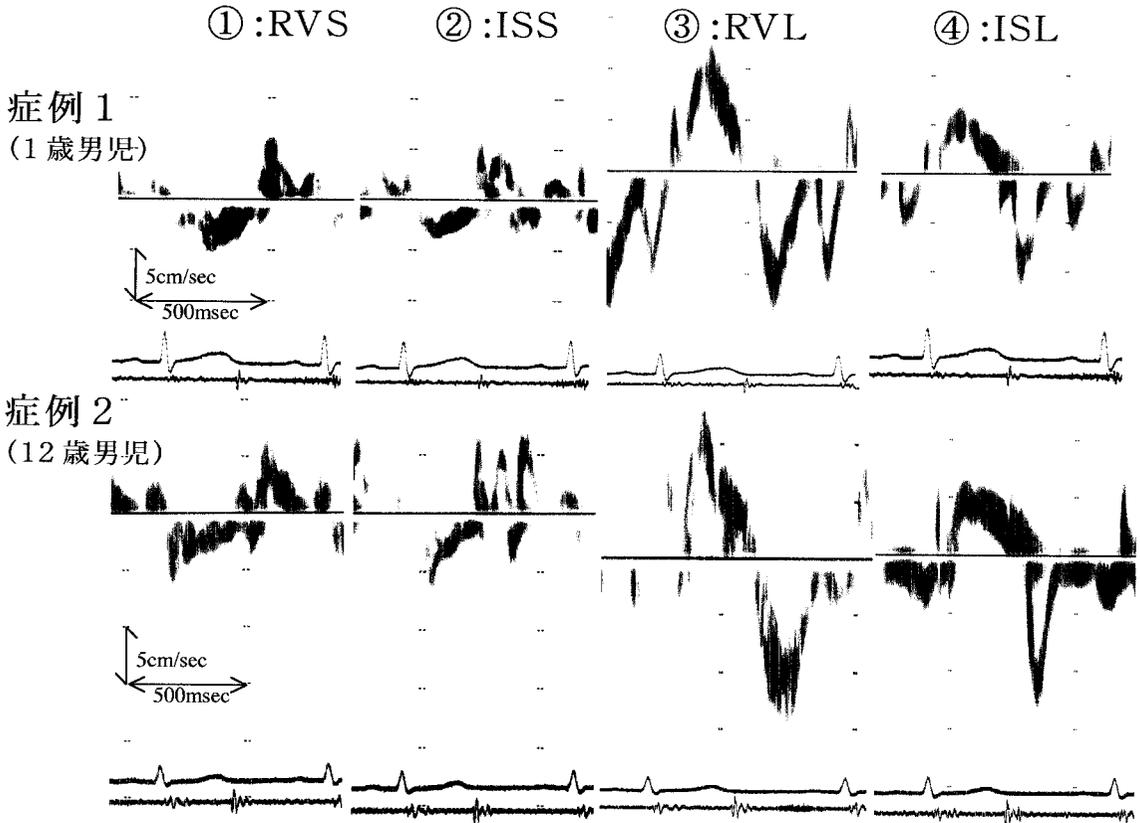


図2 組織パルスドプラ記録例
 上段は1歳男児，下段は12歳男児．
 左から部位①～④の組織パルスドプラ記録を示す．

においては体表面積（標準回帰係数：0.42）と心拍数（標準回帰係数：-0.29）の2変数を使用した重回帰直線が最も相関が良好であった．

(2) 年齢と正相関しない速度成分

③RVLにおけるAwは年齢と負の相関関係 ($r = -0.54, p < 0.001$) を認め、心拍数とは正の相関関係 ($r = 0.65, p < 0.001$) が認められた．④ISLにおけるAwは心拍数のみと正の相関 ($r = 0.37, p < 0.001$) が認められた．また、②ISSのEwは心拍数のみと弱い負の相関 ($r = -0.22, p < 0.05$) が認められた．

一方、Aw/Ewは①RVS、③RVL、④ISLにおいて年齢とは負の相関を示し ($r = -0.39, p < 0.001$; $r = -0.51, p < 0.001$; $r = -0.53, p < 0.001$)、心拍数と正の相関関係 ($r = 0.61, p < 0.001$; $r = 0.63, p < 0.001$; $r = 0.63, p < 0.001$) を示した．

これらの年齢と負相関する速度成分・速度比は体表

面積とも粗な負の相関を示し、心拍数との相関が最も良好であった．また、Stepwise regression 重回帰分析にて心拍数のみから求めた単回帰直線での相関が最も良好であった．図3に①RVS、②ISS、③RVL、④ISLにおけるAw/Ewと心拍数の回帰直線を示す．

結果は示していないが本研究では全例で僧帽弁流入血流と左室自由壁長軸方向（僧帽弁弁輪部）の壁運動速度の記録を行っており、図4に僧帽弁流入血流A/E、左室自由壁Aw/Ewと心拍数との回帰直線を示した．また、三尖弁流入血流A/E、および③RVL、④ISLのAw/Ewと心拍数との回帰直線も一緒に図4に示した．図3,4より、右室側ほど心拍数の増加とともに心房収縮成分が相対的に大きくなるのが分かる．また、桐谷らの報告³⁾と同様に僧帽弁流入血流A/Eは左室後壁と心室中隔の長軸方向におけるAw/Ewの中間の値をとっていた．一方、三尖弁流入血流A/Eは右

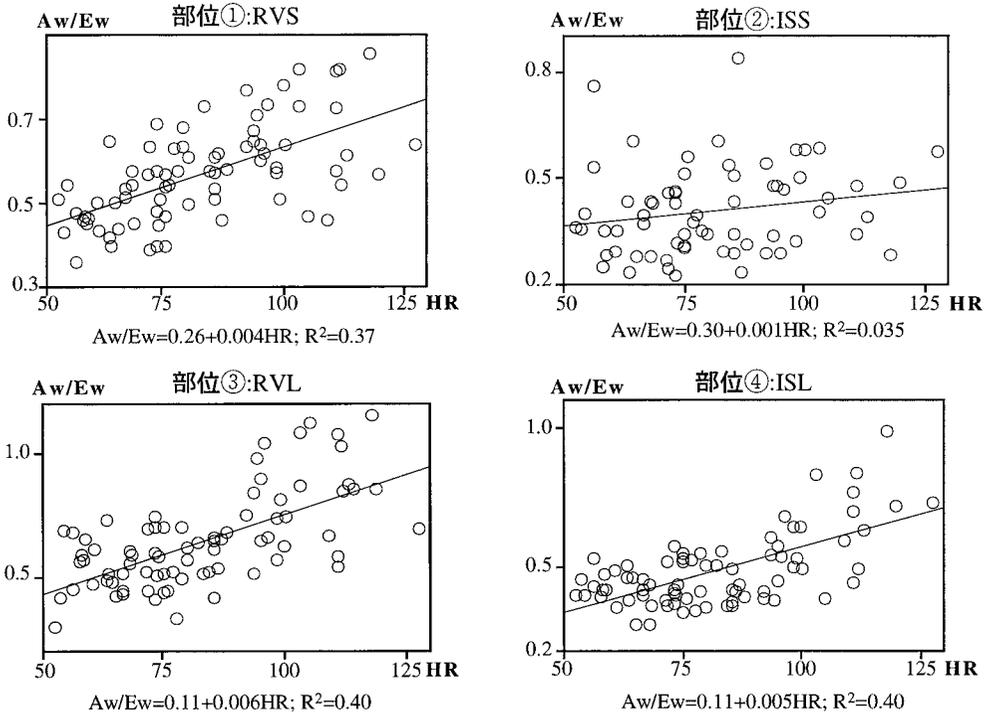


図3 組織パルスドプラ Aw/Ew と心拍数との相関関係
HR: 心拍数

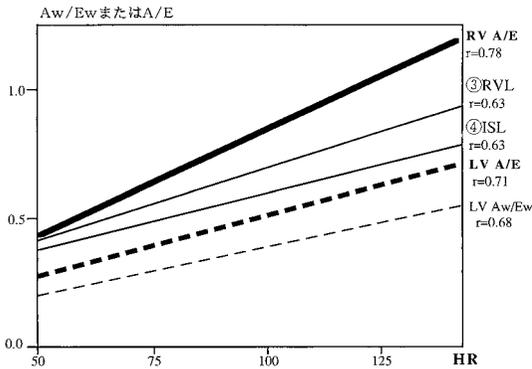


図4 組織パルスドプラ (長軸方向) Aw/Ew 両心室流入血流 A/E と心拍数との相関関係
上より RVA/E = 右室流入血流 A/E, ③ (RVL) Aw/Ew, ④ (ISL) Aw/Ew, LV A/E = 左室流入血流 A/E, LV Aw/Ew = 左室自由壁長軸方向 Aw/Ew

室自由壁の Aw/Ew よりも高い値を示した。

3. 組織パルスドプラ法による Aw/Ew と右室流入血流 A/E との対比

測定した各部位において Aw/Ew を測定し, 右室流

表3 組織パルスドプラ法 Aw/Ew と右室流入血流 A/E 相関関係

部位① (RVS)	部位② (ISS)	部位③ (RVL)	部位④ (ISL)
$r = 0.55^*$	$r = 0.18$	$r = 0.60^*$	$r = 0.59^*$

r: 相関係数, * $p < 0.0001$

入血流 A/E と対比した。①RVS, ③RVL, ④ISL における Aw/Ew と A/E は正相関を示し ($r = 0.55, p < 0.0001$; $r = 0.60, p < 0.0001$; $r = 0.59, p < 0.0001$), 特に③RVL, ④ISL との相関が良好であった。②ISS における Aw/Ew と A/E は相関を認めなかった(表3) (図5)。

4. 検者内差異 (intraobserver variability), 検者間差異 (interobserver variability)

検者内, 検者間で各波形の検出率, 各計測値について有意差は認められなかった。また, 各測定部位における検者内・検者間差異の相関係数 (r), 標準誤差 (SEE: standard error of the estimate) は以下のような結果になった。

検者内差異: ①RVS ($r = 0.99, SEE = 0.30 \text{ cm/sec}$), ②ISS ($r = 0.94, SEE = 0.70 \text{ cm/sec}$), ③RVL ($r = 0.99, SEE$

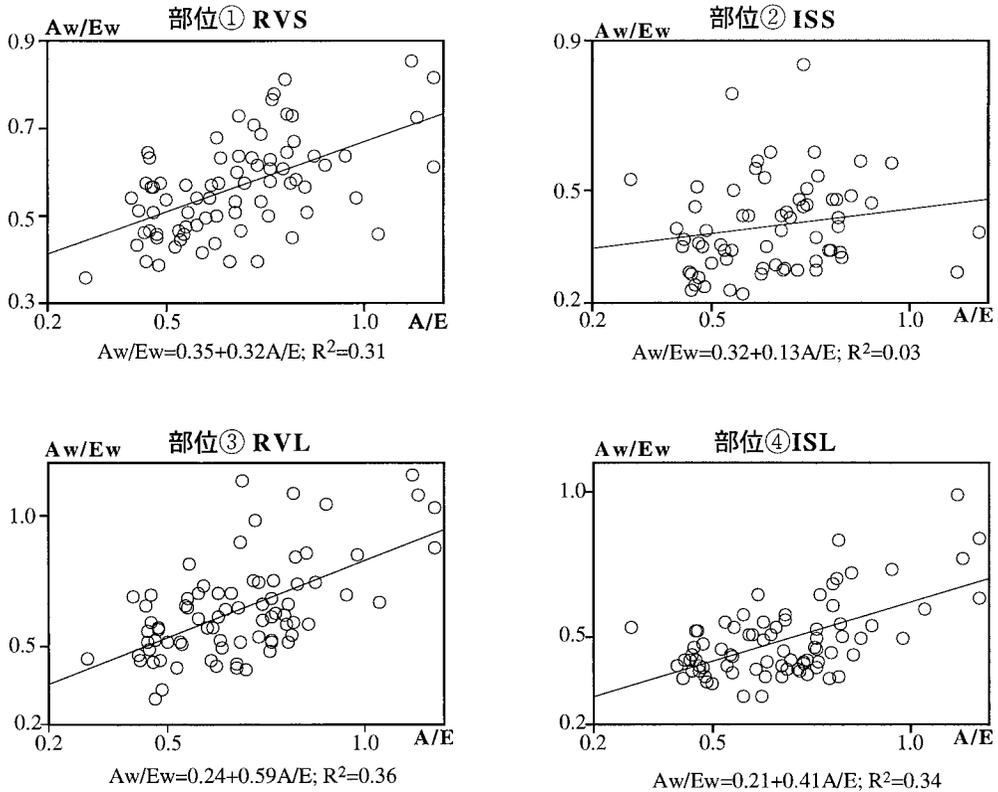


図5 各部位における組織パルスプラ Aw/Ew と右室流入血流 A/E との相関関係

=0.37 cm/sec), ④ISL (r=0.99, SEE=0.62 cm/sec) 検者間差異: ①RVS (r=0.99, SEE=0.31 cm/sec), ②ISS (r=0.86, SEE=1.0 cm/sec), ③RVL (r=0.99, SEE=0.47 cm/sec), ④ISL (r=0.98, SEE=0.96 cm/sec).

心室中隔の短軸方向において差異が若干大きくなる傾向が認められたが、他の部位では非常に良好な再現性を示した。

考 察

1) 組織パルスプラ法の測定値に影響を及ぼす因子

成人領域における左室壁運動(後壁および中隔)の検討では Sw, Ew, Aw/Ew, A/E は年齢とともに低下し, Aw は年齢とともに増加すると報告されている³⁾. Sw が低下する原因については不明であるが, 拡張期の壁運動速度の変化は加齢による左室拡張能低下が原因として考えられている. 本研究の結果では小児では収縮期運動および Ew は年齢と正相関し, Aw, Aw/Ew は年齢と負相関となる傾向を示した. この結果は左室長軸方向の壁運動を解析した森らの報告⁹⁾と

一致する. 年齢と正相関を示す運動速度成分では, その殆どで体表面積との相関が最も良好であり, 特に収縮早期, 及び拡張早期の急峻な壁運動速度との相関が良好であった. 心臓のサイズが大きいほど各心周期における壁の収縮, 拡張速度および心臓全体の運動速度も大きくなると考えられることから, これらの測定値が体格と正相関すると考えられる. 一方, 年齢と有意に負相関する測定値は, 心室中隔および右室自由壁における長軸方向の Aw のみであったが, これらの測定値は心拍数の影響が最も大きく, 心拍数と正相関した. 心拍数の増加とともに Aw が增高する機序として, 流入血流と同様に¹²⁾心拍数の増加により拡張時間が短縮し, Ew の減少が不十分なうちに Aw が重なって出現するために Aw の値が心拍数と正相関すると考えられる.

2) 右室流入血流 A/E と組織パルスプラ法での Aw/Ew

右室自由壁短軸方向では Aw は心拍数と有意な相関関係を示さないが, Ew が心拍数と負の相関関係を

示すことにより Aw/Ew は心拍数と正相関を示した。一方、右室自由壁長軸方向では短軸方向と異なり、Ew は心拍数と有意な相関関係を認めないが、Aw が心拍数と良好な正相関を示すことにより、Aw/Ew は心拍数と良好な正相関を示した。心室中隔長軸方向では Aw は心拍数と弱い正相関があり、Ew は心拍数と負相関を示し、Aw/Ew は心拍数と良好な正相関を示した。中谷らの報告と同様に、右室流入血流における E 波は年齢、体格、心拍数との相関を示さなかったが、A 波は心拍数と良好な正相関を示した¹²⁾。右室流入血流の心拍数に対する反応は右室自由壁の長軸方向の拡張期運動と類似していた。

3) 測定方向での運動速度の差

短軸断面と長軸断面では右室自由壁、心室中隔の異なった部位を測定しているが、同じ壁の運動速度でも測定方向によって各速度成分の心拍数・年齢・体表面積に対する性状が異なっていた。これは短軸方向と長軸方向の心筋線維の収縮運動、拡張運動の性状の違い、および心臓全体の運動による壁運動速度への影響の違いを反映していると考えられる。Rambaldi らは右冠動脈狭窄の症例では、ドパミン負荷に対する右室自由壁長軸方向の収縮期運動の反応が低下すると報告している⁷⁾。また、弁輪部の長軸方向拡張早期運動は拡張能の指標として有用⁶⁾であり、前負荷の影響を受けにくいと報告されている¹³⁾。左室流入血流は左室前負荷¹⁴⁾、右心負荷¹⁵⁾の影響を受けることが報告されており、先天性心疾患のように短絡血流、肺高血圧を伴う場合は流入血流パターンのみによる拡張能の評価には限界がある。今後、本法を用いた先天性心疾患における拡張能の解析等への応用が期待される。ただ、本研究の結果から明らかになったように、小児における心臓壁運動速度は体格・心拍数の影響を受けやすく、心機能の指標として使用する場合には体格・心拍数の影響を考慮する必要がある。

4) 問題点

組織パルスドブラ法によって得られる壁運動速度は、心筋壁固有の速度ではなく、収縮・拡張に伴う心臓全体の運動も加味されるため、心臓全体の運動が影響を受けるような状態（心外膜炎、開心術後、等）の場合には計測に注意を要する。

また、本法は空間分解能が低い欠点を有する。特に振幅の大きい部位ほど、壁運動の測定には大きなサンプルボリュームを設定する必要があり、空間分解能が低下する³⁾。本研究では右室心内膜側にサンプル部位

を設定したが、実際には殆どの症例で心筋壁、心外膜、もしくは左室心内膜の運動が混入した。特に短軸方向の記録においてこの傾向が著明であり、パルスドブラ法の限界と考えられる。しかし、長軸方向の記録においては弁輪部の運動速度が最も速いことが知られており⁹⁾、最高速度を計測するのであれば、長軸方向の他部位の運動の混入は考慮しなくてよいと考えられる。

以上のような問題点は有するものの、本法は血流パルスドブラ法とは異なった特性を有しており、症例を選択すれば今後、心機能の新しい指標として有用であると考えられる。

文 献

- 1) Isaaz K, Thompson A, Ethevenot G, Cloez JL, Bremibilla B, Pernot C : Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior wall. *J Am Cardiol* 1989 ; 64 : 55 75
- 2) Isaaz K, del Romeral LM, Lee E, Schiller NB : Quantification of the motion of the cardiac base in normal subjects by Doppler echocardiography. *J Am Soc Echocardiography*. *J Am Soc Echocardiogra* 1993 ; 6 : 166 176
- 3) 桐谷博巳, 羽田勝彦, 伊藤敦彦, 清水達也, 戸兵雄子 : 心筋内パルスドブラ法による健常者左室壁運動評価の試み. *Jpn J Med Ultrasonics* 1995 ; 22 : 455 460
- 4) Pai RG, Bodenheimer MM, Pai SM, Koss JH, Adamick RD : Usefulness of systolic excursion of the mitral annulus as an index of left ventricular systolic function. *Am J Cardiol* 1991 ; 67 : 222 224
- 5) Gulati VK, Katz WE, Follanbee WP, Gorcsan III J : Mitral annular descent velocity by tissue Doppler echocardiography as an index of global left ventricular function. *Am J Cardiol* 1996 ; 77 : 979 984
- 6) 谷川 直, 小沢友紀雄 : 組織パルスドブラ法による左室拡張能の検討. *Jpn J Med Ultrasonics* 1995 ; 23 : 281 286
- 7) Rambaldi R, Poldermans D, Fioretti PM, Cate FJ, Vletter WB, Bax JJ, Roelandt JR : Usefulness of pulsed-wave Doppler tissue sampling and dobutamine stress echocardiography for the diagnosis of right coronary artery narrowing. *Am J Cardiol* 1998 ; 81 : 1411 1415
- 8) Oki T, Tabata T, Yamada H, Abe M, Onose Y, Wakatsuki T, Fujinaga H, Sakabe K, Ikata J, Nishikado A, Iuchi A, Ito S : Right and left ventricular wall motion velocities as diagnostic indica-

- tors of constrictive pericarditis. Am J Cardiol 1998 ; 81 : 465 470
- 9) 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壁運動の解析 心尖部四腔断面での検討 . 日本小児循環器学会雑誌 1997 ; 13 : 40 46
- 10) Rychik J, Tian ZY : Quantitative assessment of myocardial tissue velocities in normal children with Doppler tissue imaging. Am J Cardiol ; 77 : 1254 1257
- 11) 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 . 日本小児循環器学会雑誌 1998 ; 14 : 390 399
- 12) 中谷茂和, 谷口 昂, 新垣義夫, 神谷哲郎: 超音波パルスドブラ法による小児の心室流入路血流像の検討 . 日小会誌 1986 ; 90 : 2039 2048
- 13) 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
- 14) Yamamoto K, Redfield MM, Nishimura RA : Analysis of left ventricular diastolic function. Heart 1996 ; 75 : 27 35
- 15) Nagaya N, Satoh T, Uematsu M, Okano Y, Kyotani S, Nakanishi N, Kunieda T : Shortening of Doppler-derived deceleration time of early diastolic transmitral flow in the presence of pulmonary hypertension through ventricular interaction. Am J Cardiol 1997 ; 79 : 1502 1506

Quantification of Right Ventricular Wall Motion in Normal Children by Pulsed Tissue Doppeler Imaging

Masaki Nii¹⁾, Kazuhiro Mori¹⁾, Yasunobu Hyabuchi¹⁾, 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⁾Oe kyoudou Hospital, ⁵⁾Kaifu Prefectural Hospital

To evaluate the right ventricular wall motion, we performed pulsed tissue Doppler imaging along the long and short axes in 80 healthy children (mean age 7.6 ± 5.0 years) Along the short axis, sample volume was placed at the middle of right ventricular free wall and the interventricular septum. Along the long axis, the sample volume was placed at the annular levels of right ventricular free wall and interventricular septum.

During systole the Doppler signals obtained at right ventricular free wall and interventricular septum showed backward motion along the short axis, and the motion toward apex along the long axis. Systolic wall motion showed one (Sw) or two peaks (S 1 w, S 2 w) During diastole there were two peaks (Ew, Aw) of forward velocities along the short axis, and atrially directed velocities along the long axis. Most of the peak velocities were higher in the right ventricular free wall than in the interventricular septum along both short and long axes.

Systolic and early diastolic wall velocities showed significant positive correlation with age or body surface areas. On the other hand, the peak longitudinal velocities of Aw at right ventricular free wall and interventricular septum showed significant positive correlation with heart rate. Ratio of the peak late to early diastolic wall motion velocity (Aw/Ew) at right ventricular free wall along the short axis and at the annular levels of both walls along the long axes significantly correlated with heart rate.

Since the wall velocities are influenced by age, body surface areas, and heart rate, attention must be paid to evaluate the cardiac function using this new technique.