

<原 著>

## 川崎病既往児における冠動脈内圧測定を用いた 部分心筋予備血流量比の検討

(平成 11 年 3 月 10 日受付)

(平成 11 年 8 月 30 日受理)

日本医科大学小児科学教室

大久保隆志 日野 佳昭 勝部 康弘 倉持 雪穂  
福見 大地 内木場庸子 小川 俊一

**key words** : 川崎病, 微小循環, 部分心筋予備血流量比, PTCA

### 要 旨

冠動脈狭窄の機能的重症度である部分心筋予備血流量比 (FFRmyo) を川崎病既往児の冠動脈内圧を測定することにより算出, 無症候性を含めた心筋虚血の診断に対する FFRmyo の有用性について検討した. 対象を DOB 負荷加算平均心電図・体表面心電図・心筋シンチグラムより虚血群・非虚血群に分類, 心臓カテーテル検査時に圧力センサー付きガイドワイヤーを用いて冠動脈病変遠位部平均圧を測定. また冠動脈入口部平均圧・右心房平均圧を同時測定し, 血管拡張剤を負荷することで FFRmyo を算出した.

FFRmyo は虚血群が非虚血群に比し有意に低値を示し (虚血群  $0.65 \pm 0.07$ , 非虚血群  $0.91 \pm 0.04$ ,  $p < 0.001$ ), さらに FFRmyo=0.75 を基準値とした場合では 100% の感度・特異度にて心筋虚血の推定が可能であった. また PTCA 前後にて計測を行うことにより, PTCA の適応ならびにその効果判定に対しても FFRmyo は有用であると思われる.

### 緒 言

川崎病の重篤な合併症の一つに冠動脈病変に起因する心筋虚血がある<sup>1,2)</sup>. 心筋虚血の存在が推定されたならば, 患児の Q.O.L を考慮し, 早期に更なる治療を考慮しなくてはならない<sup>1,2)</sup>. 近年, 川崎病既往者の有意な冠動脈狭窄性病変に対し PTCA (percutaneous transluminal coronary angioplasty)<sup>3)</sup>, stent<sup>4)</sup>, PTCRA (percutaneous transluminal coronary rotational ablation)<sup>5)</sup>等の様々な catheter intervention が治療法として用いられ, 有用であるとの報告がなされている. しかし, これらの治療法は侵襲的で少なからず危険を伴うものであり, その適応については十分か

つ慎重な検討が必要である.

一方, 川崎病では, 冠動脈病変が存在しても, 比較的早期に bridging vessel を含めた新生血管や側副血行路の形成<sup>6)-8)</sup>を認めたとする報告が散見される. 川崎病既往児の冠動脈狭窄性病変の評価法としては選択的冠動脈造影法が現在でも一般的であるが, これは視覚的かつ主観的検査法であり新生血管や側副血行路形成などを伴う症例に対する冠灌流状態を十分に評価できる方法とは言い難い. また, 川崎病既往児の場合, 冠動脈瘤が狭窄性病変の近傍に存在する症例も数多くあり, このような症例においても通常の選択的冠動脈造影検査のみでは冠動脈狭窄の機能的重症度の評価は困難となる.

近年, 成人領域では圧力センサー付きガイドワイヤーにて冠動脈内圧を直接測定し, これを基に部分心筋予備血流量比 (myocardial fractional flow reserve :

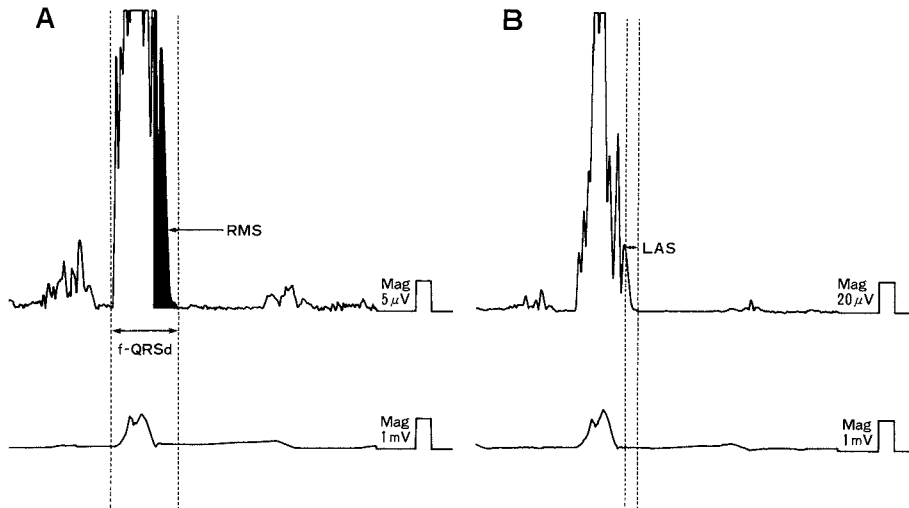


図1 加算平均心電図；フクダ電子社製 VCM 3000 を使用．200 心拍を加算平均，Vector-Magnitude 法により fQRSd( QRS 時間巾 )，RMS( QRS 終末 40 msec における root mean square )，LAS( QRS 終末 40 μV 以下部分の時間巾 )を計測した ( A : High amplitude , B : Low amplitude )

以下 FFRmyo ) を算出，この値を用いて冠動脈狭窄の機能的重症度を評価した報告が散見される<sup>9)-11)</sup>。しかし，全身の血管炎である川崎病既往児の冠動脈病変における冠動脈内圧測定およびこの計測に基づく FFRmyo を用いた心筋虚血ならびに冠動脈狭窄の機能的重症度を検討した報告は手元の文献ではない。

そこで，我々は冠動脈病変を有する川崎病既往児の FFRmyo を検討し，冠動脈狭窄の機能的重症度の評価を行った．併せて PTCA 前後における FFRmyo の変動も検討し，川崎病既往児の心筋虚血を伴った冠動脈狭窄に対する PTCA 施行の適応およびその効果判定に対する FFRmyo の有用性の有無についても検討した。

**対 象**

当科にて選択的冠動脈造影検査を施行，圧力センサー付きガイドワイヤーを冠動脈に挿入し得た川崎病既往者 29 症例( 男性 20 例・女性 9 例/年齢 1 歳 5 カ月～18 歳 4 カ月：平均 7 歳 1 カ月)・33 冠動脈( 選択的冠動脈造影検査上冠動脈病変を合併所見を認めた冠動脈 18 病変合併所見の認めなかった冠動脈 15 )を対象とした。

**方 法**

(1) 心筋虚血推定

塩酸ドブタミン ( DOB ) 負荷加算平均心電図，体表

表1 加算平均心電図による心室遅延電位を用いた心筋虚血推定の当科判定基準；上記のうち 1 項目以上陽性を心筋虚血陽性とした。

年 齢	Criteria		
	f-QRSd( msec )	RMS( μV )	LAS( msec )
3 カ月未満	> 95	< 30	> 25
3 カ月以上 1 歳未満	> 110	< 25	> 30
1 歳以上 7 歳未満	> 115	< 20	> 30
7 歳以上 12 歳未満	> 115	< 20	> 30
12 歳以上	> 125	< 20	> 30

面心電図，<sup>99m</sup>Tc テトロホスミン心筋シンチグラムを施行し，心筋虚血の有無を推定した<sup>1)</sup>。

DOB 負荷は 5 μg/kg/分より開始，3 分毎 5 μg/kg/分ずつ増量し最大 30 μg/kg/分までの負荷を行った。

加算平均心電図はフクダ電子社製 VCM 3000 を使用し 200 心拍を加算平均，Vector-Magnitude 法により f-QRSd・RMS・LAS を算出，心筋虚血の推定は当科判定基準<sup>2)-14)</sup>に従った ( 図1・表1)。

体表面心電図では ST segment potential mapping にて J 点より 40 msec においての 0.1 mV 以上の有意な ST 低下を認めた誘導数を nST とし，nST が 1 以上をもって心筋虚血陽性とした<sup>15)</sup>。また心筋シンチグラ

表2 対象

症例	性別	年齢		冠動脈病変(選択的冠動脈造影所見)	心筋虚血の有無	冠動脈内圧検査対象冠動脈
		歳	月			
T.J.	M	12	11	LMT : AN, SEG 11 : 75%ST	有	SEG11
O.K.	M	5	5	SEG3 : 90%ST, SEG6 : AN	有	SEG3
S.Y.	F	2	5	SEG6 : AN/90%ST	有	SEG6
U.Y.	M	1	5	SEG1 : 95%ST	有	SEG2
				SEG2 : 90%ST	有	SEG2
M.S.	M	13	10	SEG6 : 95%ST	有	SEG7
K.S.	M	1	11	SEG1-3AN, LMT : AN, SEG8 ; AN/ST90%	有	SEG8
U.S.	M	15	3	SEG2 : Total occ	無	SEG6
					無	SEG11
Y.M.	F	14	11	WNL	無	SEG2
K.K.	M	12	2	SEG5-6 : DIL	無	SEG6
S.M.	M	6	7	SEG1-2 : AN	無	SEG2
Y.K.	M	6	4	WNL	無	SEG2
O.K.	M	6	1	SEG1-2 : AN	無	SEG2
I.Y.	F	6	7	WNL	無	SEG2
I.Y.	F	5	8	WNL	無	SEG2
A.N.	F	4	9	WNL	無	SEG2
H.T.	M	3	8	SEG1 : AN	無	SEG2
I.R.	F	3	6	WNL	無	SEG2
S.A.	M	1	5	SEG2 : ST50%	無	SEG2
S.Y.	F	1	5	SEG6 : AN/25%ST	無	SEG6
I.R.	F	3	6	WNL	無	SEG2
				SEG1 : Total occ	無	SEG9
A.Y.	F	18	4	SEG8 : 蛇行 /LAD 描出遅延	無	SEG10
Y.K.	M	6	4	WNL	無	SEG2
S.Y.	M	5	0	SEG1-2 : dilatation, SEG6 : AN	無	SEG3
S.Y.	M	7	3	WNL	無	SEG2
S.A.	M	2	10	SEG2 : AN	無	SEG2
F.K.	M	13	10	SEG5-6 : AN, SEG8 : AN	無	SEG9
H.K.	M	9	10	WNL	無	SEG2
R.N.	F	6	7	WNL	無	SEG6
Y.M.	F	4	10	SEG1 : AN	無	SEG2

SEG : segment AN : coronary aneurysm ST : stenosis Occ : occlusion WNL 正常範囲

ムでは ①安静時に異常低灌流領域の出現があり DOB 負荷後に低灌流領域の増大した場合、または②安静時には正常像を示すも DOB 負荷後に異常低灌流領域の出現した場合のいずれかを以て心筋虚血の推定を行った。

当科既報<sup>1)15)</sup>に従い、全症例に対し DOB 負荷加算平均心電図を施行、同検査にて心筋虚血の存在が推定された症例に対してさらに DOB 負荷体表表面心電図ならびに心筋シンチグラムを施行した。3 検査中 2 検査以上で心筋虚血の存在が推定された場合を心筋虚血陽性症例とした(表 2)。

心筋虚血推定検査の結果により、対象を虚血群( I

群)・非虚血群(N 群)の 2 群に分類した。

#### (2) FFR<sub>myo</sub> の評価

冠動脈内圧の測定検査は選択的冠動脈造影検査と並行して行った。

圧力センサー付きガイドワイヤーは Radi medical systems 社製 : 径 0.014 または 0.018 インチを使用した。

冠動脈造影用ジャドキンスカテーテル(5 F または 6 F)をガイディングカテーテルとし、冠動脈造影検査上認められた病変部より遠位に圧力センサーを留置し遠位部平均圧を測定した。また冠動脈造影検査上病変を認められなかった症例では、冠動脈入口部より可能な

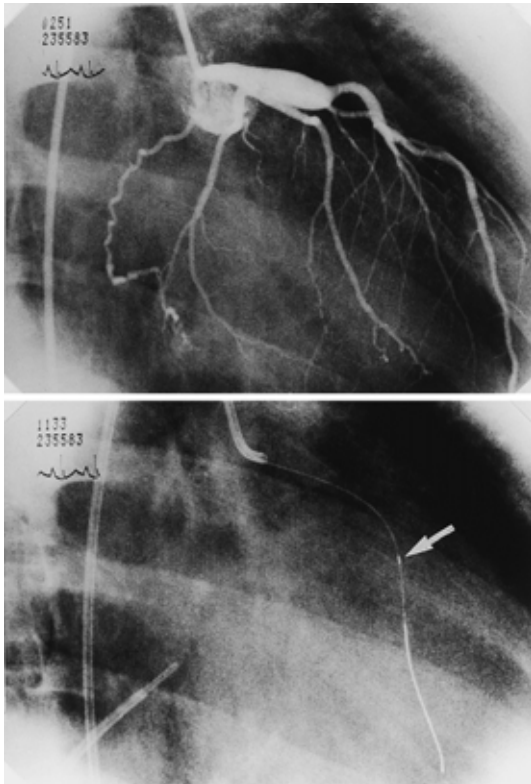


図2 選択的冠動脈造影検査にて冠動脈病変を同定(上), ジャドキンスカテールより冠動脈入口部圧を, また圧力センサー付きガイドワイヤー(圧力センサー: 矢印)にて病変遠位部圧を, さらにパーマン・バルーンカテールより右心房圧を測定した(下). 症例は心筋虚血検査にて非虚血(N群)に分類, 造影所見上, 左冠動脈 segment 5~6 に冠動脈瘤が認められたが狭窄性病変の合併は認められなかった.

限り末梢側において圧を測定し遠位部圧とした.

ガイドラインカテールより冠動脈入口部平均圧を, さらに同時に右心房へ挿入した5Fまたは6Fパーマン・カテールにて右心房圧を測定・記録した(図2・3).

安静時に於けるそれぞれの平均圧を記録後, Pijlsらの方法に準じ, 血管拡張剤である塩酸パパペリンをガイドラインカテールより右冠動脈へは0.2 mg/kg(最大8 mg), 左冠動脈へは0.3 mg/kg(最大12 mg)を注入した.

血管最大拡張時の冠動脈病変遠位部平均圧(Pd')・冠動脈入口部平均圧(Pa')・右心房平均圧(Pv')を同時に記録し, 以下の式にてFFR<sub>myo</sub>を算出した.

$$FFR_{myo} = (Pd' - Pv') / (Pa' - Pv')$$

さらに, I群のうちPTCAを施行した3症例に対し, PTCA前後でのFFR<sub>myo</sub>値を比較検討した.

## 結 果

### (1) 心筋虚血の推定

心筋虚血推定の諸検査の結果により表2のごとくI群は6例/7冠動脈, N群は23例/26冠動脈に分類された. 尚, DOB 負荷に起因すると思われる重篤な副作用は1例も認められなかった.

### (2) FFR<sub>myo</sub>

圧力センサー付きガイドワイヤーの挿入は右冠動脈に対しては5Fまたは6F, 左冠動脈に対しては6Fのジャドキンスカテールを用いることにより可能であった. 尚, 圧力センサー付きガイドワイヤーの挿入によると思われる合併症は認められなかった.

#### ① 塩酸パパペリン注入前後での圧測定

塩酸パパペリンを冠動脈内注入後数秒にて冠動脈内圧の有意な低下が認められ, 冠動脈の拡張, いわゆる心筋充血状態が確認された. 心筋充血状態は約15秒程度持続し, 2~4分後には充血状態は消失, 血圧は安静時に復した(図3).

全症例において塩酸パパペリン注入によると思われる副作用は認められなかった.

I群では冠動脈入口部平均圧に比し病変遠位部平均圧は有意に低下した. 一方, N群では, 両平均圧に有意な差は認められなかった.

冠動脈入口部平均圧並びに冠動脈病変遠位部平均圧より右心房圧を引いた値の比(狭窄遠位部/冠動脈入口部圧比)は, 塩酸パパペリン負荷前でI群にて $0.82 \pm 0.15$  N群にて $0.95 \pm 0.02$ と, N群に比しI群にて有意な低値を示した. また, 塩酸パパペリン負荷後, 即ちFFR<sub>myo</sub>もI群 $0.65 \pm 0.07$ , N群 $0.91 \pm 0.04$ と, 負荷前と同様にI群にて有意な低値を示した(表3).

#### ② FFR<sub>myo</sub>による心筋虚血の推定

成人領域ではFFR<sub>myo</sub>が0.75未満を心筋虚血推定の基準値としている<sup>9)~11)</sup>.

そのため川崎病既往児においてもFFR<sub>myo</sub>0.75未満の値を心筋虚血の基準値とした場合の心筋虚血推定に対する感度および特異度について検討を行った.

FFR<sub>myo</sub>0.75未満を心筋虚血推定の基準値として検討した結果, I群では全例0.75未満, N群では全例0.75以上の分布を示しており, 感度・特異度ともに100%であった(図4).

#### ③ PTCA 施行前後での FFR<sub>myo</sub> の検討

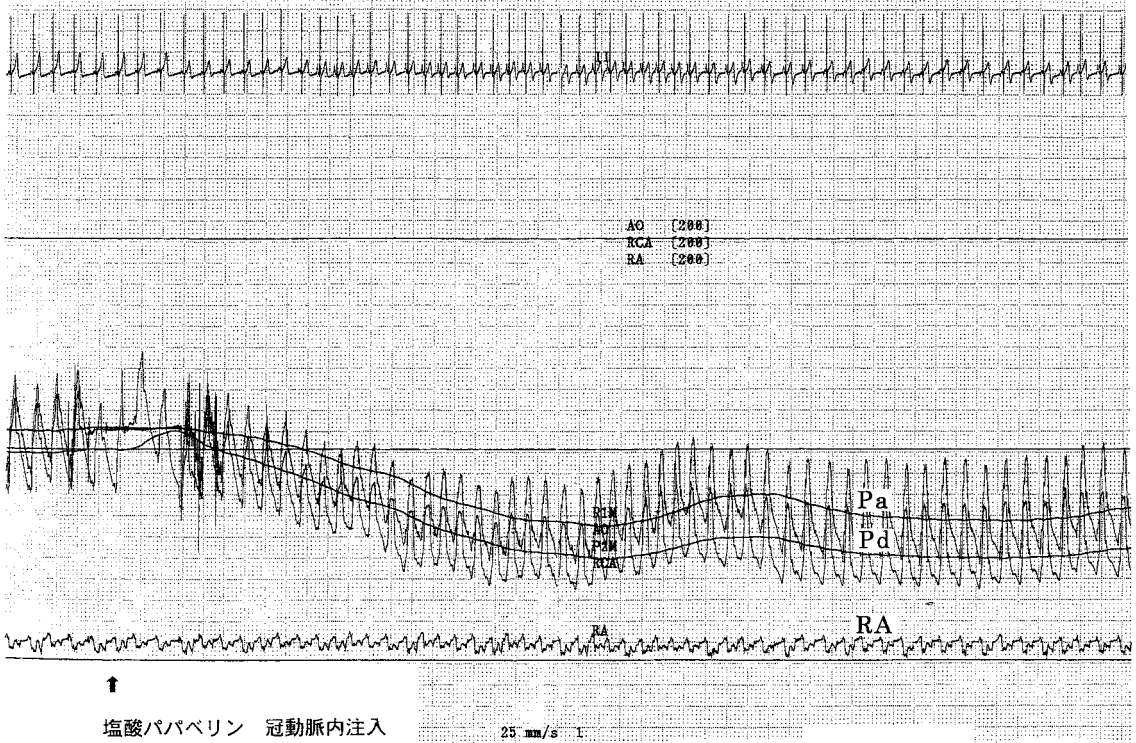


図3 塩酸パパベリン冠動脈注入前後の術中圧曲線  
(Pa: 冠動脈入口部平均圧, Pd: 冠動脈病変遠位部平均圧, RA: 右心房圧)

表3 塩酸パパベリン負荷前後における冠動脈入口部平均圧 (Pa), 冠動脈狭窄遠位部平均圧 (Pd), 右房平均圧 (Pv), 並びに (Pd-Pv) (Pa-Pv) の変動。(最大血管拡張時での (Pd-Pv) (Pa-Pv) は FFRmyo (Myocardial Fractional Flow Reserve) となる)

	安静時				塩酸パパベリン負荷後(最大血管拡張時)			
	Pa	Pd	Pv	$\frac{(Pd-Pv)}{(Pa-Pv)}$	Pa	Pd	Pv	$\frac{(Pd-Pv)}{(Pa-Pv)}$
I群	90.1 ± 12.2	75.9 ± 19.7	4.14 ± 1.35	0.82 ± 0.15* <sup>1</sup>	82.1 ± 5.4	59.7 ± 8.8* <sup>2</sup>	4.14 ± 1.35	0.65 ± 0.07* <sup>3</sup>
N群	85.6 ± 11.4	81.4 ± 11.1	4.56 ± 1.03	0.95 ± 0.02	73.8 ± 10.6	68.0 ± 11.9	4.56 ± 1.03	0.91 ± 0.04

\*<sup>1</sup> p < 0.01 vs 安静時  $\frac{(Pd-Pv)}{(Pa-Pv)}$  N群  
 \*<sup>2</sup> p < 0.05 vs 塩酸パパベリン負荷後 PdN群  
 \*<sup>3</sup> p < 0.01 vs 塩酸パパベリン負荷後  $\frac{(Pd-Pv)}{(Pa-Pv)}$  N群

PTCA を施行した症例の FFRmyo は PTCA 施行前では 0.62 ± 0.10 と低値を示し, 成人領域で用いられている心筋虚血推定の基準値 (FFRmyo < 0.75) を適応した場合, 全例で心筋虚血が示唆された。一方, PTCA 後は FFRmyo は 0.91 ± 0.03 と有意な改善が認められ N 群との間に有意差は認められなかった (表 4)。

さらに, PTCA 後に施行した選択的冠動脈造影検査

では全症例において冠動脈狭窄部の有意な改善が認められ, 後日施行した心筋虚血推定のための DOB 負荷諸検査でも心筋虚血所見の消失が認められた。

考 察

FFRmyo は冠動脈最大拡張時 (心筋充血状態時) に狭窄病変遠位部圧, 冠動脈入口部圧, 冠静脈洞圧 (右心房圧に等しい) を測定・算出するものであり, 成人

表4 PTCA 前後における冠動脈狭窄部の造影上狭窄度の変化ならびにFFRmyo( Myocardial Fractional Flow Reserve )の変動

症例	冠動脈病変	PTCA 前					PTCA 後				
		狭窄度	Pa'	Pd'	Pv'	FFRmyo	狭窄度	Pa'	Pd'	Pv'	FFRmyo
U.Y.	SEG1	95%	41	77	4	0.51	25% 以下	87	91	3	0.95
S.Y.	SEG6	90%	55	84	4	0.61	25% 以下	86	94	4	0.91
O.K.	SEG3	90%	52	73	3	0.7	25% 以下	80	83	5	0.96

Pa' : 最大血管拡張時の冠動脈入口部平均圧, Pd' : 最大血管拡張時の冠動脈病変遠位部平均圧,  
Pv' : 最大血管拡張時の右房平均圧

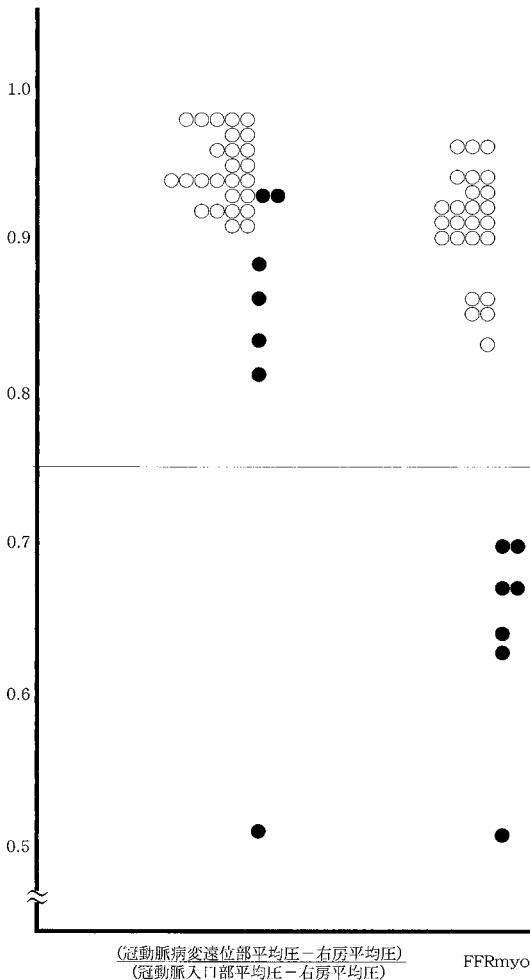


図4 (冠動脈病変遠位部平均圧 - 右房平均圧) / (冠動脈入口部平均圧 - 右房平均圧) ; N(非虚血)群,  
; I(虚血)群

領域では心筋虚血の評価法として確立されている<sup>9)-11)</sup>。単に冠動脈入口部と冠動脈狭窄遠位部の血圧

差を計測するだけでは心筋への血流(心筋灌流)の尺度として利用することはできないが、血管床の最大拡張状態下、つまり心筋充血状態下で計測を行うことで通常の冠動脈内圧測定では問題となる心外膜及び心筋の血管抵抗による影響の排除でき、微小循環や側副血行路を伴う症例であっても冠動脈狭窄の機能的重症度の算出が可能であるとされる<sup>9)</sup>。また、圧力センサーを直接冠動脈内に留置するため確実な病変部位の圧測定が可能な利点もある。

今回我々の用いた圧力センサー付きガイドワイヤーは、先端部より約3cmの部位に圧力センサーが取り付けられており、体格の小さい乳幼児の冠動脈末梢部に存在する病変に対しては圧力センサーの留置は困難であると思われた。また、ジャドキンスカテーテルの形状に起因すると思われるが、左冠動脈では圧力センサー付きガイドワイヤーの挿入に6F以上のカテーテルサイズが必要となり、このことも小児における冠動脈内圧測定の問題点となると思われた。

Pijlsらは冠動脈疾患を有する成人症例にてFFRmyoと各種心筋虚血推定検査を対比・検討した結果、FFRmyo=0.75を境として心筋虚血に対する重症度の評価が分かると報告している<sup>9)-11)</sup>。即ちFFRmyoが0.75より小さい場合は冠動脈狭窄に起因する心筋虚血の存在が十分に疑われるが、0.75以上では心筋虚血の存在の可能性は低いとの判断である。

今回、我々が検討した川崎病既往者でもFFRmyo 0.75未満の値を心筋虚血の基準値とした場合、I群では全例FFRmyo 0.75未満であり、またN群では全例0.75以上であることから100%の感度・特異度で心筋虚血を推定することが可能であった。

さらに、選択的冠動脈造影検査において視覚的に冠動脈瘤や狭窄性病変を認めても心筋虚血検査にて陰性を示す症例ではFFRmyoの低下は認められず、全例0.75以上であった。一方、FFRmyoが0.75未満の6症

例7冠動脈のうち、2症例2冠動脈は選択的冠動脈造影検査上95%以上の高度狭窄性病変であったが、5症例5冠動脈では75%~90%狭窄度であった。他の心筋虚血推定検査の結果も含め同狭窄部が心筋虚血並びにFFRmyo低下の原因と予測されたが、これらの症例におけるFFRmyo値と冠動脈造影によって得られた視覚的狭窄所見との解離については今後更なる検討が必要と思われた。

以上より、心臓カテーテル・選択的冠動脈造影検査時にFFRmyoを検討することにより機能的な面からの心筋虚血の診断が加味され、心筋虚血に対する診断の精度が増すものと考えられた。

一方、PTCAを施行した症例では、PTCA施行前のFFRmyo値は全例0.75未満でありFFRmyoからも心筋虚血の存在が示唆されたが、PTCA後のFFRmyoの値は改善しN群のFFRmyoとほぼ一致した。後日施行した心筋虚血推定諸検査での虚血所見の消失が認められたことも併せ、PTCA後のFFRmyoの上昇は心筋虚血の改善を示唆し、PTCAの効果判定に対して有用であることが推察された。

FFRmyoは成人領域では既にPTCAの効果判定並びに経過観察の一検査法として用いられている<sup>11)</sup>。今回我々が検討し得た症例数は3例と少ないが、川崎病既往児でもFFRmyoはPTCA適応の決定およびPTCAの有効性の評価法として有用であることを示唆するものと考えられた。

## 結 語

冠動脈病変を有する川崎病既往児に対するFFRmyoの検討は、冠動脈病変を有する川崎病既往児に対する冠動脈の機能的狭窄の評価に有用であると思われた。さらに、PTCAの適応およびその効果判定にも適していると思われた。

(本文の要旨は第34回日本小児循環器学会(1998年東京)にて報告した。)

## 文 献

- 1) Ogawa S, Fukazawa R, Ohkubo T, Zhang J, Takechi N, Kuramochi Y, Hino Y, Jimbo O, Katsube Y, Kamisago M, Genma Y, Yamamoto M: Silent Myocardial Ischemia in Kawasaki Disease Evaluation of Percutaneous Transluminal coronary angioplasty by Dobutamine-stress Testing. *Circulation* 1997; 96 (10): 3384-3389
- 2) Kato H, Sugimura T, Akagi T, Sato N, Hashino K, Maeno Y, Kazue T, Eto G, Yamakawa R: Long-term Consequences of Kawasaki Disease. *Circulation* 1996; 94 (6): 1379-1385
- 3) Ino T, Akimoto K, Nishimoto K, Takaya J, Yamaguchi H: Application of Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty to Coronary Arterial Stenosis in Kawasaki Disease. *Circulation* 1996; 93 (9): 1709-1715
- 4) 石井正浩, 上野高史, 家村素史, 堤隆博, 森超夫, 赤木禎治, 加藤裕久: 川崎病に対するcatheter intervention, ステンント植え込み術が有効であった3症例. 第17回日本川崎病研究会抄録集 1997, pp 47
- 5) Sugimura T, Yokoi H, Sato N, Akagi T, Kimura T, Iemura M, Nobuyoshi M, Kato H: Interventional Treatment for Children With Severe Coronary Artery Stenosis With Calcification After Long-term Kawasaki Disease. *Circulation* 1997; 96 (11): 3928-3933
- 6) Suzuki A, Kamiya T, Ono Y, Kinoshita Y, Kawamura S, Kimura K: Clinical Significance of Morphologic Classification of Coronary Arterial Segmental Stenosis Due to Kawasaki Disease. *Am J Cardiol* 1993; 71: 1169-1173
- 7) Onouchi Z, Hamaoka K, Kamiya Y, Hayashi S, Ohmochi Y, Sakata K, Shiraishi I, Hayano T, Fukumochi H: Transformation of coronary artery aneurysm to obstructive lesion and role of collateral vessels in myocardial perfusion in patients with Kawasaki Disease. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21 (1): 158-162
- 8) Tatara K, Kasakawa S, Itoh K, Honma S, Hashimoto K, Kazuma N, Lee K, Asai T, Murata M: Collateral circulation in Kawasaki Disease with coronary occlusion or severe stenosis. *Am Heart J* 1991; 121: 797-802
- 9) Pijls NH, Van Son JA, Kirkeeide RL, De Bruyne B, Gould KL: Experimental basis of determining maximum coronary, myocardial, and collateral blood flow by pressure measurements for assessing functional stenosis severity before and after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* 1993; 87 (4): 1354-1367
- 10) Pijls NH, De Bruyne B, Peels K, Van Der Voort PH, Bonnier HJ, Bartunek J, Koolen JJ: Measurement of Fractional Flow Reserve To Assess The Functional Severity of Coronary-artery Stenosis. *N Engl J Med* 1996; 334 (26): 1703-1708
- 11) Bech GJ, De Bruyne B, Bonnier HJ, Wijns W, Peels K, Heyndrickx GR, Koolen JJ, Pijls NH: Long-Term Follow-up After Deferral of Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty Of Intermediate Stenosis On The Basis Of Coronary Pressure Measurement. *J Am Coll Cardiol* 1998;

- 31 (4): 841-847
- 12) Genma Y, Ogawa S, Zhang J, Yamamoto M : Evaluation of Myocardial Ischemia in Kawasaki Disease by Dobutamine-stress signal-averaged ventricular late potentials. *Cardiovas Res* 1997 ; 36 (6) : 323-329
- 13) Ogawa S, Nagai Y, Zhang J, Hino Y, Jimbo O, Fukazawa R, Hayashi R, Kamisago M, Seki T, Genma Y, Ohkubo T, Takechi N, Yamamoto M : Evaluation of myocardial ischemia and infarction by signal-averaged electrocardiographic late potentials in children with Kawasaki Disease. *Am J Cardiol* 1996 ; 78 (2) : 175-181
- 14) 関 隆志, 張 家昆, 小川俊一, 平山恒夫 : 川崎病既往児におけるドブタミン負荷体表面加算平均心電図による心筋虚血性病変の評価. *日医大誌* 1994 ; 61 (6) : 610-619
- 15) Jimbo O, Zang J, Seki T, Ogawa S : Criteria for evaluating abnormal signal-averaged electrocardiogram in children classified by age, body surface area and height. *Jpn Circ J* 1996 ; 60 : 228-238

### Determination of Myocardial Fractional Flow Reserve from Coronary Artery Pressure Measurements in Children with Kawasaki Disease

Takashi Ohkubo, Yoshiaki Hino, Yasuhiro Katsube, Yukio Kuramochi,  
Daichi Fukumi, Yoko Uchikoba and Shunnichi Ogawa  
Department of Pediatrics, Nippon Medical School, Tokyo Japan

**Background :** The myocardial fractional flow reserve (FFR<sub>myo</sub>) is an index of the severity of coronary stenosis that is calculated from pressure measurements made during coronary arteriography (CAG). We calculated FFR<sub>myo</sub> in 29 patients (33 coronary artery lesion) who had Kawasaki Disease (KD) and tested whether it was a useful index for the detection of silent myocardial ischemia and estimation of the effectiveness of PTCA.

**Subjects :** The patients ranged from 1 year and 5 months to 18 years old, with dilation and/or stenosis of one major epicardial coronary artery. They were divided into a myocardial ischemia (I) group (7 coronary artery lesions) and a non-ischemia (N) group (26 coronary artery lesions) based on exercise electrocardiography and myocardial scintigraphy.

**Methods :** Intracoronary pressure measurements were performed with a 0.014 or 0.018-in fiberoptic pressure wire (Pressure Guide ; Radi Medical System). Pressure was simultaneously measured at the coronary artery orifice, the artery distal to the stenotic lesion, and the right atrium. FFR<sub>myo</sub> represented the ratio of the maximal achievable flow in the myocardium supplied by a stenosed coronary artery and was calculated as follows.  $FFR_{myo} = (P_d - P_v) / (P_a - P_v)$ , where  $P_d$  is the mean coronary pressure distal to the stenosis,  $P_a$  is mean aortic pressure and  $P_v$  is the mean right atrial pressure. We calculated each pressures rest and under stress (papaverine HCL).

**Results :** FFR<sub>myo</sub> was significantly lower in group I than in group N (group I :  $0.65 \pm 0.07$ , group N :  $0.91 \pm 0.04$ ,  $p < 0.001$ ). When the cutoff value of FFR<sub>myo</sub> for detection of myocardial ischemia could be detected with 100% sensitivity and specificity. FFR<sub>myo</sub> was studied after PTCA in 3 patients and its value improved to the level in group N after successful PTCA.

**Conclusion :** FFR<sub>myo</sub> can be helpful for detecting myocardial ischemia in children with KD, especially those with doubtful CAG finding. Moreover it seems to be useful index for evaluation of the effect of PTCA.