

# Balloon Pulmonary Valvuloplasty 後の心電図変化

## —乳幼児重症例の比較検討—

(平成3年9月11日受付)

(平成4年2月7日受理)

京都府立医科大学小児疾患研究施設内科部門

埼玉県立小児医療センター循環器科\*

福井心臓血圧センター福井循環器病院小児科\*\*

坂田 耕一 浜岡 建城 林 鐘声 大持 寛  
福持 裕 早野 尚志 白石 公 尾内善四郎  
小川 潔\* 神谷 康隆\*\*

**key words** : バルーン肺動脈弁形成術, 乳児, 心電図

### 要 旨

乳幼児の重症肺動脈弁形成術 (Balloon Pulmonary Valvuloplasty 以下 BPV と略す) 後の心電図変化について検討した。対象は乳児群 4 例 (平均 2.9 カ月), 幼児群 4 例 (3 歳 3 カ月) で, 右室肺動脈圧較差 (Pressure Gradient 以下 PG と略す) が各々術前  $99 \pm 7.3 \text{ mmHg}$ ,  $99 \pm 6.8 \text{ mmHg}$ , 術直後  $39 \pm 11.5 \text{ mmHg}$ ,  $27 \pm 6.2 \text{ mmHg}$  であった。心電図変化として, 両群各 1 例を除く 6 例で術直後から広範な右室内伝導障害のパターンをしめし, その後末梢性の右脚ブロック (Right Bundle Branch Block 以下 RBBB と略す) パターンに収束したものが目立った (乳児群: 3 例, 幼児群 2 例)。乳児群では QRS 幅の延長や, ST 低下・異常 T 波などが目立った。しかし幼児群では QRS 幅はほとんど変化せず, ST-T 変化もより程度の軽いものであった。これらは BPV 時の急激な圧負荷の上昇に伴う右室の広範な心筋障害の結果と考えられた。さらに同程度の PG であっても, その障害の程度は乳児例でより強いものと考えられた。

### 緒 言

BPV は安全かつ有効性の高い治療法の一つとして定着し, それに関する報告も多数認められる。しかし術後の心電図変化に関する報告はまだ少ない。しかし今回, わたしたちの経験した BPV 症例 22 例では, 乳児早期重症例に ECG 変化が高率に現れていることに気づいた。その特徴を調べるために乳児例と幼児例の重症~中等度肺動脈弁狭窄に対する BPV に伴う ECG 変化について比較検討したので報告する。

### 対象および検討項目

対象は BPV を行った 22 症例のうち, 1) 弁性の肺動

脈狭窄であること, 2) 右室・肺動脈圧較差 (PG) が  $80 \text{ mmHg}$  以上で, 右室圧が体血圧を越えているもの, 3) BPV が奏効したもの, 4) 6 カ月以上の経過観察が行えたもの, 以上の 4 条件を満たしたものを対象とした。その結果, 表 1 に示した乳児例 4 例, 幼児例 4 例が対象となった。平均年齢は各々 2.9 カ月, 3 歳 3 カ月であった。PG は各々術前  $99 \pm 7.3 \text{ mmHg}$ ,  $99 \pm 6.8 \text{ mmHg}$ , 術直後  $39 \pm 11.5 \text{ mmHg}$ ,  $27 \pm 6.2 \text{ mmHg}$  と両群に有意差はなかった。しかし多呼吸などの心不全症状を示していたものは乳児例で多く, 術前の心エコー検査でも拡張末期右室前壁厚は乳児例でより厚く (正常比: 乳児 2.3~2.9, 幼児 1.6~1.7), 壁運動の低下が目立っていた。使用したバルーンは乳児全例が村上式 (マンスフィールド社製), 幼児例の 1 例が村上式, 3 例が井上式 (東レ社製) であった。バルーンのサイズ

別刷請求先: (〒602) 京都市上京区河原町広小路梶井町465

京都府立医科大学小児疾患研究施設内科部門  
坂田 耕一

表1 対象

	No.	年齢	バルーン		右室肺動脈圧較差 (mmHg)			術前 心不全
			種類	B/A	前	直後	6ヵ月	
乳児	1	1M	村上	1.3	90	20	15	+
	2	3M	村上	1.3	96	50	12	+
	3	3M	村上	1.1	100	45	55	+
	4	4M	村上	1.3	110	42	27	+
	mean±SD			1.25±0.09	99±7.3	39±11.5	27±16.9	
幼児	5	2Y	村上	1.3	94	20	25	-
	6	3Y	井上	1.5	80	21	20	-
	7	3Y	井上	1.5	110	35	17	+
	8	5Y	井上	1.3	113	30	14	-
	mean±SD			1.40±0.1	99±6.8	27±6.2	19±4.1	

B/A: バルーン径/肺動脈弁輪径

はバルーン径/弁輪径比 (B/A 比) で  $1.25 \pm 0.09$ ,  $1.40 \pm 0.10$  と幼児群で大きい傾向があったが有意差はなかった。バルーンの平均拡張回数は共に 6 回, 1 回の拡張時間 (inflation の開始から完全に deflation するまでに要した時間; inflation-deflation 時間) は 10~15 秒および 5~10 秒で, 村上式の方が完全に deflate するのに時間を要した。しかし完全に循環遮断していた時間の間には差は認められなかった。これら対象の術前, 術後の心電図の, i) P 波, ii) PQ 時間, iii) QRS 幅, iv) QRS 形態, v) QRS 電気軸, vi) ST-T 変化, vii) QTc, viii) 不整脈 (PSVC, PVC) の

7 項目について検討を加えた。なお時間計測には II 誘導を用いた。

結果

具体例を示す。

症例 2 (図 1-1);  $V_2$  で P 波は徐々に減高していった。QRS 幅は変化しなかったが, 術前  $V_1$  で認められていた q 波が術後消失した。また  $V_{5-6}$  での R/S 比が術後大きくなり, Rs パターンとなった。QRS 電気軸は術前  $+135^\circ$  であったのが術直後に  $+145^\circ$  と右軸偏位の一過性の増強を示し, その後徐々に改善していった。ST は術後一過性の低下を示し, giant negative T が  $V_{1-2}$  で認められた。QTc は術前 0.35 秒であったのが giant negative T の認められた時期に 0.40 秒と延長した。そ

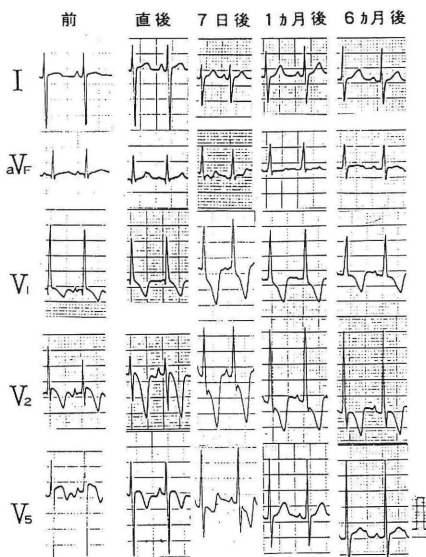


図 1-1 症例 2

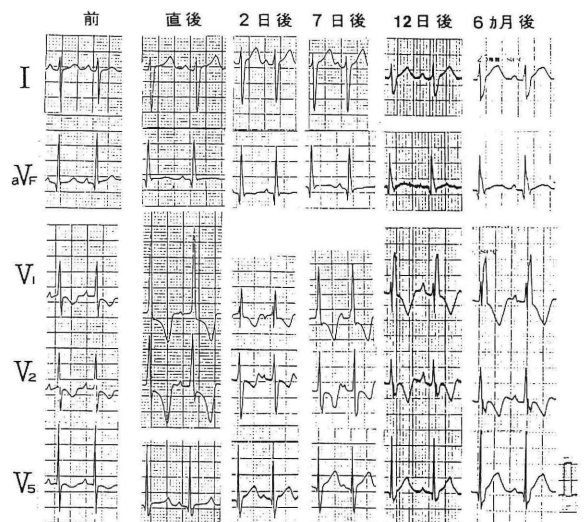


図 1-2 症例 3

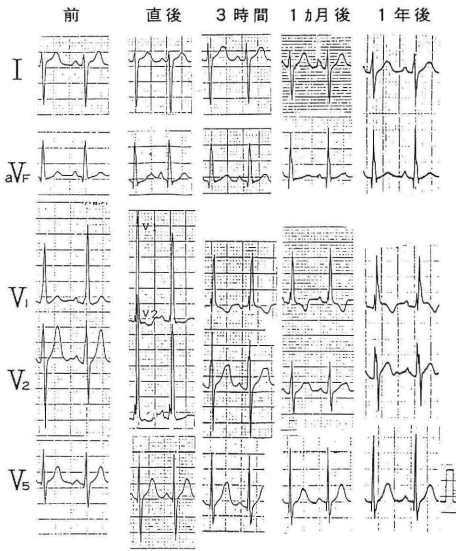


図1-3 症例7

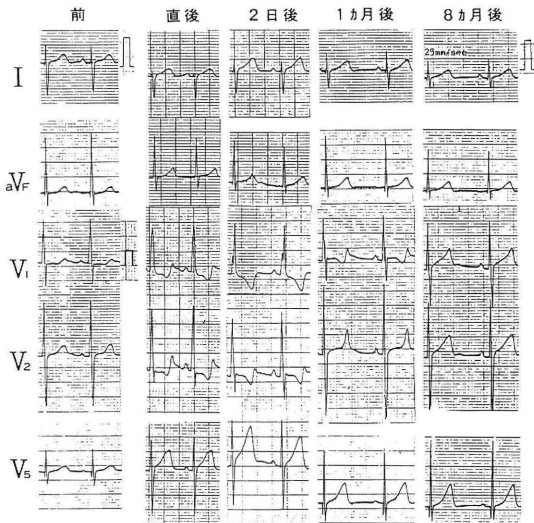


図1-4 症例8

の後は徐々に元のレベルにもどっていった。

症例3 (図1-2)；これは再狭窄をきたした症例であったが、P波は $V_{1-2}$ で術前よりも増高が認められた。QRSは術直後 $V_{1-2}$ で著しいR波の増高が認められた。その後 $rSR'$ 型からnotched Rを経て再び $rSR'$ 型を示した。またQRS幅は術前よりも術後で延長し、6ヵ月目でも同様のパターンであった。ただしQRS電気軸は症例2と同様に、 $+115^\circ$ から $+135^\circ$ と右軸偏位の一過性の増強を示した後に徐々に改善してい

た。STは術後一過性に低下し、 $V_{1-2}$ で術前よりも深いnegative Tを認め、 $TV_{5-6}$ は術後陽転化した。QTcは術前0.40秒、術直後0.49秒と延長しそのまま持続している。

症例7 (図1-3)：P波の形態に大きな変化は認めなかった。RV $_{1-2}$ は術直後一過性に著しく増高しnotchを伴っていた。その後は $V_1$ で $rsR'$ 型をとり1年後も同様の所見が認められた。また $V_{5-6}$ のSは減高したが、逆に幅が広がった。しかしQRS幅は術前後を通じて変化は認めなかった。QRS電気軸は術後、右軸偏位が徐々に軽快していった。また術前陽性であった $TV_1$ が術後陰転化した。QTcは0.38秒で術前後で変化は認められなかった。

症例8 (図1-4)：P波には大きな変化は認められなかった。QRS形態は、術直後 $V_{1-2}$ でRS型がRないしRs型となり、notched Rから $Rsr'$ 型を示した。しかし術後8カ月の時点では術前と同様のQRSパターンとなった。QRS幅は術後一時的に軽度延長を認めたがQRS形態と共に改善し、また電気軸も正常化した。T波は $V_{1-2}$ で術後一過性に、陰転化していたがこれもQRS形態の改善と共に正常化し、また電気軸も正常化した。QTcは0.39~0.40秒で推移した。

以上、症例をまとめると、i) P波：P波の形態はとくに変化のなかった例が6例と多かったが、時間経過とともに $PV_{1-2}$ の減高を認めたものや(症例2)、再狭窄がみられた症例で術後増高が認められたものがあった(症例3)。ii) PQ時間：変化したものはなかった。iii) QRS波形：図2に $V_{1-2}$ の、QRS~T波の基本的な変化のパターンを示した。乳児、幼児の各1例(症例2, 5)を除く6例で術直後にR波の増高が認められ、引き続いてnotched Rから $rSR'$ のRBBBパターンをとったものが目立った。結果、乳児例は4例中3例、幼児は4例中2例(症例6, 7)でRBBBパターンが長期にわたって残存した。iv) QRS幅：術前は全例0.08秒以下であった。BPV後の術前に対するQRS幅比の経時的変化を図3に示した。幼児例が術前後を通じて大きな変動がなかったのに対し、乳児例では、症例2の1例を除いて3例で術前に比して延長していた。v) QRS電気軸：図4に経時的変化を示した。乳児群ではbalanced axisであった一例(症例1)を除く3例で術直後一過性に右軸偏位の程度が増強し、その後急速に改善していった。幼児群では2例に乳児群と同様の傾向が認められた。他の2例には一過性の右軸偏位の増強はなく、術後徐々に改善していった。vi)

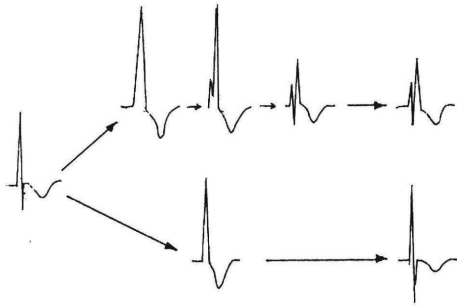


図 2 右側胸部誘導 QRS 波型における BVP 後の経時的変化

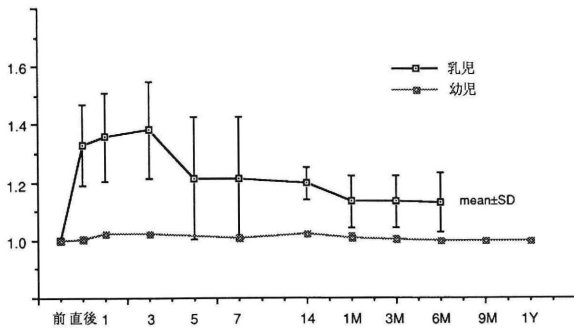


図 3 QRS 幅比 (術前/術後) の経時的変化

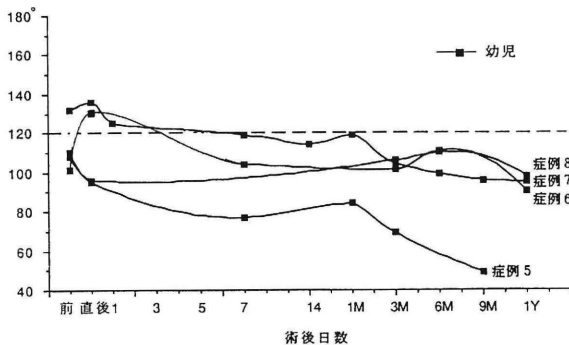
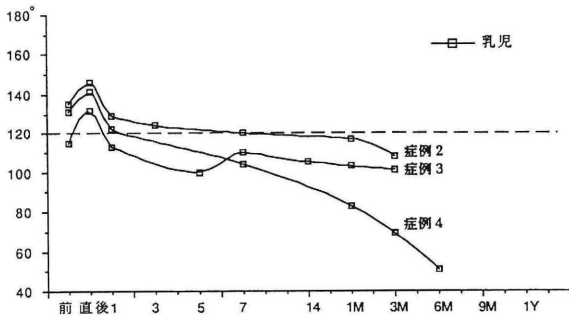


図 4 QRS 軸の経時的変化

ST-T 変化：rSR' の QRS 形態を認めたものは同時に V<sub>1-2</sub>での ST 低下，T 波の逆転を認めた。また乳児例で，症例 2 のように QRS 形態に変化を認めなかったが，giant negative T を認めたものがあった。vii) QTc：幼児例ではあきらかな延長をきたした症例はなかった。乳児例のうち QRS 幅の延長をともなったものは QTc の延長も伴い，そのままの値で持続した。一方術直後の QRS 幅に変化のなかった症例 2 でも一過性の延長を認めた。viii) PVC，PSVC：術中一過性に生じたものはあったが，以後は認められなかった。

### 考 察

BPV では，バルーン の 拡張中に循環遮断が起こり，その際右室圧は急激に上昇する。実際，私たちの症例でも，inflation 中は優に 200mmHg を越えていた。このような一過性の急激な右室圧の上昇が，右室心筋に過度の緊張を加え，心筋内の冠循環に影響を与え，広範な心筋障害をきたす可能性は十分に考えられるところである<sup>1)</sup>。さらに右脚の形態および走行は，厚くシート状に広がる左脚とは異なり，左脚との分岐部付近で心室中隔を横断する右脚基部，および心室中隔から右室側に出て心内膜下を走行し前乳頭筋の基部に至り Purkinje 線維網へと移行してゆく末梢部分に分けられる。なかでも右脚基部などは細く索状に走行している。そのため急激な右室圧の上昇は右脚の基部，末梢部をふくむ傷害をきたす可能性があると思われる。

実際，私たちの症例の大部分で認められた右側前面胸部誘導での R 型および notched R のパターンは水野ら<sup>2)</sup>の報告を参考とすると，右室内伝導障害パターンと言い替えてもよいと思われる。また術後の ST-T の変化は主に右室内伝導傷害に基づくものと考えられるが，とりわけ著しい ST の低下や giant negative T，QRS 幅延長を伴わない QTc 延長などは心筋傷害の存在を伺わせるものである。すなわち BPV による一過性の急激な圧負荷によって広範な右室心筋障害が生じ，時間経過と共に障害の程度が改善していったものと考えられた。しかし末梢性右脚ブロックを残す例もあり，これは殊に乳児で多かった。また乳児では QRS 幅の増大が示す右室内伝導障害も強かった。それは，同程度の圧較差であっても，乳児例の方が心不全症状を伴うものが多かったり，心筋の壁肥厚や壁運動の低下が強かったことなども考慮すると，術前の右室心筋障害の程度が，幼児群に比べて強い状態であったと考えられる。見方を変えれば，乳児は右室心筋予備能がより乏しいとも考えられる。

QRS 電気軸については乳児群で術直後に一過性の右軸偏位の増強がみとめられたが、これも直後の強い右室内伝導障害を反映したのではないかと思われる。

今回、対象症例が各4例と少なかったこともあり一概にはいえないが、重症例とりわけ乳児例においてはBPVによる強い右室内伝導障害を残す心筋障害の発生頻度は高く、注意すべき点と思われた。しかしこのような合併症にかかわらず手術に比して小さい侵襲で右室の圧負荷の解除が可能であること、弁逆流などの合併症が少ないことなどから、諸家の述べているようにBPVが重症肺動脈弁狭窄例に対してまず試みてる治療手段であることにかわりはないであろう<sup>3)4)</sup>。しかし、今後は循環遮断時間をより短縮することに加えて、循環遮断中の右室圧を逃すことのできるように、器具の改良も必要と思われる。

#### 文 献

1) 吉田英紀, 松原 堅, 山成 洋, 井原敬子, 萩原秀

紀, 小曳直樹, 戸川潤一郎, 白木照夫, 原岡昭一, Lux, R.L., Abildskov, J.A.: 急性肺動脈狭窄時の右室および左室の局所心筋血流と心表面心電図変化の対比検討. 呼と循, 38: 367—374, 1990.

- 2) 水野 康, 田村 寛, 磯部竹飛虎, 岩塚 徹, 長屋昭夫, 中川喬一, 安井昭二, 中山 竜, 勝又 洋, 岡島光治, 土田哲男, 大橋郁夫, 前田幸男, 富田嘉子, 宮内厚芳, 堀場希次, 堀部 博, 中根基之: 心室伝播機構. 呼と循, 8: 692—702, 1960.
- 3) Sullivan, I.D., Robinson, P.J., Macartney, F.J., Taylor, J.F.N., Rees, P.G., Bull, C. and Deanfield, J.E.: Percutaneous balloon valvuloplasty for pulmonary valve stenosis in infants and children. Br. Heart J., 54: 435—441, 1985.
- 4) Rao, P.S., Fawzy, M.E., Solymar, L.S. and Mardini, M.K.: Long-term results of balloon pulmonary valvuloplasty of valvar pulmonic stenosis. Am. Heart J., 115: 1291—1296, 1988.

## Electrocardiographic Change after Balloon Valvuloplasty for Severe Pulmonary Valve Stenosis of Breastfed Infants and Young Children

Kohichi Sakata, Kenji Hamaoka, Shosei Hayashi, Yutaka Ohmochi, Hiroshi Fukumochi, Takashi Hayano, Isao Shiraishi, Zenshiro Onouchi<sup>1)</sup>, Kiyoshi Ogawa<sup>2)</sup> and Yasutaka Kamiya<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Division of Pediatrics, Children's Research Hospital, Kyoto Prefectural University of Medicine

<sup>2)</sup>Department of Cardiology, Saitama Children's Medical Center

<sup>3)</sup>Division of Pediatrics, Fukui Cardiovascular Center

We evaluated the electrocardiographic (ECG) change after balloon pulmonary valvuloplasty (BPV) in severe cases of breastfed infants (group I) and young children (group II). Each group had 4 patients. Group I aged from 1 to 4 months and group II from 2 to 5 years. BPV decreased the pressure gradient between right ventricle (RV) and pulmonary artery from  $99 \pm 7.3$  to  $39 \pm 11.5$  mmHg in group I and from  $99 \pm 6.8$  to  $27 \pm 6.2$  mmHg in group II.

In group I, all but one had tall notched R wave and wide QRS ( $>0.08$  sec) with marked depression of ST segment and inverted T wave in  $V_{1-2}$  just after BPV, and thereafter developed right bundle branch block (RBBB). RBBB persisted beyond 6 months after BPV. One exceptable case revealed ST-T change after BPV.

In group II, three patients showed similar QRS change to those of group I. Especially, two patients had shown RBBB pattern above 6 months after BPV. However, QRS intervals were not changed and depression of ST segment were very mild.

It was suggested that the high RV pressure during inflation of balloon damaged myocardium of RV, and caused right bundle branch block with intraventricular conduction disturbance. The damage was severer in group I than in group II.