

症 例

体外循環中に心外膜心電図を用いて管理した
右室依存性冠動脈を合併した肺動脈閉鎖の一例平松 謙二*, 木内 恵子*, 澤竹 正治*, 北村 征治*
岸本 英文**, 川田 博昭**, 上野 高義**

要 旨

冠動脈左前下行枝の血流が右室に依存する純型肺動脈閉鎖（以下PAIVS）の症例に対する上大静脈-肺動脈吻合術の麻酔を経験したので報告する。

症例は、1歳11ヶ月の男児で生後21日目に左Blalock-Taussig シヤント手術が施行されたが、チアノーゼが進行してきたため、今回の手術となった。完全体外循環開始による右室減圧により、心筋虚血を起こす可能性があるため、左前下行枝領域に術野より電極を設置し、心外膜心電図をモニターした。体外循環は上大静脈から脱血し、下大静脈からは脱血せず自己心拍下に部分体外循環を行い、右室圧を維持した。この時心外膜心電図に変化は認めなかった。その後、上大静脈-肺動脈吻合術後、体外循環離脱前に試験的に上下大静脈からの脱血を行い、心外膜心電図を記録したところ、ST低下を認めたため、本症例は右室減圧に伴い心筋虚血を起こすことが確認された。体外循環からの離脱はスムーズで、無事手術を終了した。

PAIVSは、冠動脈奇形を合併することが多く、術中の心筋虚血に注意を要する。

はじめに

純型肺動脈弁閉鎖（以下PAIVS）は、新生児期より重度のチアノーゼを示す、死亡率の高い先天性心疾患である。本症の病理形態学的な異常は、主に右心系にあり、その合併奇形としては、よく

発達した sinusoid, 右室内腔と連絡する異常冠血管、三尖弁の異形成・閉鎖不全などが知られている¹⁾。今回は、冠動脈左前下行枝と右室に瘻孔が存在するPAIVSに対する上大静脈-肺動脈吻合術の麻酔において完全体外循環により心筋虚血を来した症例を経験したので報告する。

症 例

症例は、1歳11ヶ月の男児で身長81 cm, 体重11 kgであった。胎児診断にて肺動脈閉鎖を指摘され、生後5日目に心カテーテル検査が施行され、右室冠動脈瘻を合併したPAIVSと診断された。経皮的酸素飽和度（以下SpO₂）が60~70%であったため、生後21日目に左Blalock-Taussig（以下BT）シヤント術が施行され、SpO₂が80%台に改善し、以後外来にて経過観察されていた。1994年7月頃よりチアノーゼが徐々に進行し、同年10月9日風邪を契機にチアノーゼが増強し、緊急入院となった。入院時の心エコー図所見では、左室拡張終期径36.6 mm (137% of normal), 左室収縮終期径20.8 mm, 左室駆出率75%で、BTシヤント血流はなく、動脈管からわずかな血流を認め肺血流が低下していた。このシヤント不全に対し上大静脈-肺動脈吻合術が予定された。

既往歴、家族歴に特記すべきことはなかった。血液検査にて、Ht 57%, Hb 18.4 g/dl と多血症を認めたが、凝固機能、血清電解質、一般生化学検査には異常は認められなかった。胸部レントゲンでは心胸郭比62.7%と心拡大を認めた。心電図では、左室肥大及び第Ⅲ誘導にて異常Q波を認めた。

*大阪府立母子保健総合医療センター麻酔科

** 同 心臓血管外科

心臓カテーテル検査では、右室圧は125/11 mmHgと高圧を呈していた。右房圧 3 mmHg, 左房圧 2 mmHg で房室弁の逆流は認められなかった。心係数3.9 l/min/m², 駆出率73.9%と左室機能は良好であった。右室造影所見では、右室腔は小さく、右室拡張終期容積は正常の20%, 三尖弁径は正常の49%であった。右室流出路は肺動脈弁と思われる高さで盲端に終わっていた。右室腔内と冠動脈において多数の瘻孔が形成されており、左回旋枝及び右冠動脈は大動脈起始部より血流を受けていたが、左前下行枝は、右室と瘻孔を形成しており、同部位で中枢側と末梢側は離断しており、その末梢側の血流は右室に依存していることが確認された(図1)。

麻酔経過

麻酔前投薬は、入室30分前にジアゼパム 5 mg, ファモチジン10 mgを注腸した。手術室入室後酸素投与下に末梢静脈路よりミダゾラム 2 mg, フェンタニール40 μg およびバンクロニウム 1 mgを投与し麻酔導入後、気管内挿管した。麻酔維持は大量フェンタニール (60 μg/kg)で行った。右橈骨動脈に動脈圧ラインを、右内頸静脈及び右大腿静脈よりそれぞれ中心静脈路を確保した。

麻酔経過を図2に示す。麻酔導入安定後では、血圧は80/40 mmHgでSpO₂は80%前後であった。上行大動脈に送血管、上大静脈および下大静脈に

それぞれ脱血管を挿入した。本症例では、右室依存性冠動脈が存在するため、体外循環中の静脈脱血による右室圧の減少に伴い心筋虚血を起こす可能性がある。そこで、開胸中、心筋虚血を適切に判定するために術野より電極を直接左前下行枝領域に設置し、心外膜心電図をモニターした。また、下大静脈からは脱血せず、上大静脈からのみ脱血を行い、右室の減圧をすることなく心拍動下に部分体外循環を開始した。この時、心外膜心電図に変化はなかった。

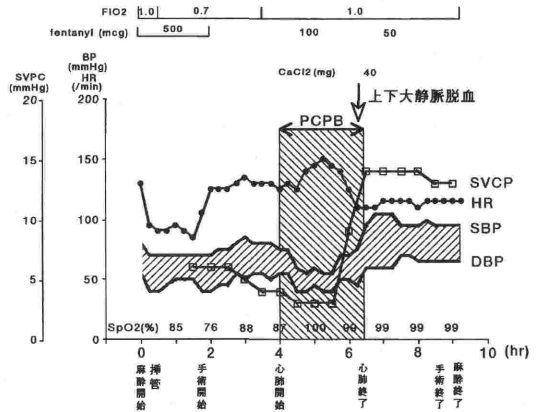


図2：麻酔経過
PCPB；部分体外循環，SVPC；上大静脈圧，HR；心拍数，SBP；収縮期血圧，DBP；拡張期血圧

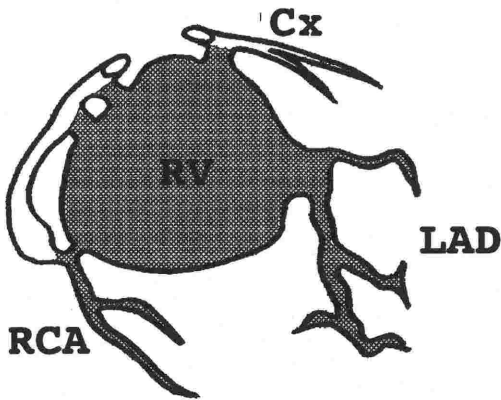


図1：右室造影所見
左前下行枝は右室と瘻孔を形成し、中枢側は離断しており、その血流は右室依存性であることが確認された。
RV；右室，LAD；左前下行枝，Cx；左回旋枝，RCA；右冠動脈

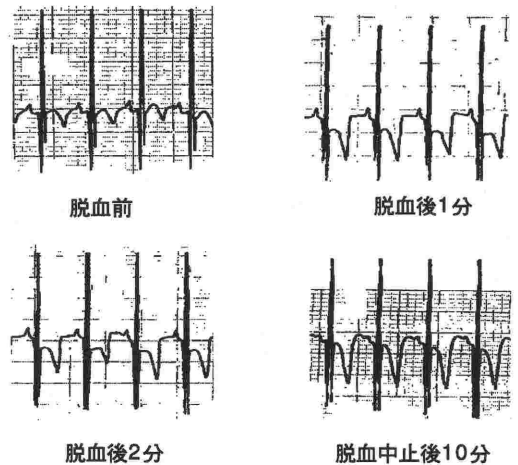


図3：上下大静脈脱血時の心電図変化
脱血により著明なSTの低下をみとめたが、脱血中止によりSTは脱血前のレベルまで復帰した。

部分体外循環中の血圧は、50/30 mmHg で、 SpO_2 は100%を示した。上大静脈-肺動脈吻合後、今後のFontan型手術に際し、右室減圧ができるかどうか確認するために、下大静脈からも脱血を行い、心外膜心電図の変化を記録した(図3)。下大静脈脱血1分後より著明なSTの低下を認め、2分後も同様であった。下大静脈の脱血中止10分後には、STは脱血前のレベルに復帰し、その変化は可逆性であった。よって、本症例では通常の完全体外循環で心筋虚血をおこすことが示唆された。その後、体外循環から離脱を行い、上大静脈圧を15 mmHg前後に維持する事により、血圧は100/50 mmHgで、 SpO_2 は100%であった。

体外循環時間2時間14分、手術時間7時間17分、麻酔時間9時間25分で麻酔終了、その後ICU入室。ICUでは、心電図上虚血性変化は認めず、翌日抜管し経過は順調で、入室4日目にICUを退室した。

考 察

PAIVSにおける肺血流は、動脈管と気管支動脈に全面的に依存しており、生後間もなく動脈管が閉塞したり、狭小化するとともに急激に低酸素血症となる予後不良の疾患である。この血行動態の悪化に対し、プロスタグランディン E_1 を使用し動脈管開存により、初回手術まで待機することができるようになり、シャント術などの姑息手術を経て、Fontan型手術に至る症例が増加している²⁾。本症例では、生直後よりプロスタグランディン E_1 を投与し、生後5日目に心カテーテル検査を行い、生後21日に左BTシャントが施行された。その後、血行動態は安定していたが、シャント血流の低下によりチアノーゼが悪化し、そこで上大静脈-肺動脈吻合術が予定されたが、完全体外循環に伴う右室減圧による冠動脈血流の維持が問題となった。

純型肺動脈閉鎖に伴う冠動脈の奇形として1)右室冠動脈瘻、2)冠動脈狭窄、3)冠動脈の閉塞の3つがあげられる³⁾。先天性冠動脈瘻は、まれな疾患とされてきたが、最近では選択的冠動脈造影法の普及に伴い、その報告は増加しており⁴⁾、小児では先天性心疾患および川崎病の患児の2.3%に認められるとの報告がある⁵⁾。冠動脈瘻の発生は、流入腔が心房や心室である場合(心腔型)

と肺動脈である場合(肺動脈型)とで異なっていると考えられている。心腔型では、胎生期に心筋内に見られたsinusoidが心筋によって完全に閉鎖されないために、この隙間に瘻孔が形成されるという考え方と、冠状動脈と心腔内を直接連絡しているarterio-luminal vesselが拡張するという考え方がある^{6~8)}。PAIVSでは、右室の流出路である肺動脈弁が閉鎖しているため、右室内圧が上昇している。右室に流出腔をもつ心腔型の冠動脈瘻ではsinusoidまたはarterio-luminal vesselが高い右室圧のためにさらに拡張し、瘻孔の形成または拡大をもたらすと考えられる。本症例では右室冠動脈瘻が多数存在し、特に左前下行枝は、瘻孔より中枢側は閉塞している。そのため大動脈からの血流はなく、右室からのみ血流を受け、右室減圧術や完全体外循環などで右室圧が減少した場合、左前下行枝領域に血流がなくなり、心筋虚血を起こす可能性がある。Gigliaら³⁾は、PAIVS 84例において26例(33%)に冠動脈瘻がみとめられ、このうち19例に右室減圧術が施行されたが、冠動脈狭窄のみられた症例では全例死亡したと報告している。また、O'Connorら⁹⁾やColesら¹⁰⁾も右室冠動脈瘻を合併したPAIVSに対して右室流出路拡大術などの右室減圧術を施行したところ、冠動脈の狭窄や閉塞のある症例は、全例死亡したと報告している。しかし、右室冠動脈瘻に対し、右室減圧術を施行し症状の改善と右室冠動脈瘻の消失を認めたとの報告もあり^{11,12)}、その評価には慎重を要する。そこで本症例では試験的に完全体外循環にて右室減圧を行い、心外膜心電図をモニターすることにより、冠動脈瘻の評価をした。その結果、右室減圧により心電図上ST低下が認められ、右室減圧は禁忌と考えられた。

冠動脈奇形を合併する先天性心疾患においては、血行動態の変化により容易に心筋虚血を起こす可能性があり、その術前評価には注意を要する。

結 語

1)左前下行枝が右室からのみ血流を受ける純型肺動脈閉鎖の症例に対し、上大静脈-肺動脈吻合術の麻酔を経験した。2)上下大静脈から脱血すると、心筋心電図上著明なST低下を認めた。

文 献

- 1) 立石一馬, 田中幸子, 井村哲也ら: 大動脈弁狭窄症を合併した純型肺動脈弁閉鎖症の1乳児例. 心臓 6: 1354-1360, 1974
- 2) 坂本喜三郎, 横田通夫, 曲 人仲ら: 10ヵ月の純型肺動脈弁閉鎖症に対するFontan手術成功例. 心臓 24: 417-422, 1992
- 3) Giglia TM, Mandell VS, Connor AR, et al: Diagnosis and management of right ventricle-dependent coronary circulation in pulmonary atresia with intact ventricular septum. Circulation 86: 1516-1528, 1992
- 4) 小野 稔, 須藤憲一, 小石沢正ら: 先天性冠動脈瘻. 心臓 27: 3-11, 1995
- 5) 里方一郎, 鈴木淳子, 神谷哲朗ら: 小児の先天性冠動脈瘻23例の検討. 日小児会誌 88: 2544-2551, 1984
- 6) Rittenhouse EA, Doty DB, Ehrehaft JL, et al: Congenital coronary artery-cardiac chamber fistula. Ann Thorac Surg 20: 468-485, 1975
- 7) Grant RT: An unusual anomaly of the coronary vessels in the malformed heart of a child. Heart 13: 273-283, 1926
- 8) Wearn JT, Mettier SR, Klumpp TG, et al: The nature of the vascular communications between the coronary arteries and the chambers of the heart. Am Heart J 9: 143-164, 1933
- 9) O'Connor WN, Cottrill CM, Johnson GL, et al: Pulmonary atresia with intact ventricular septum and ventriculocoronary communications. Circulation 65: 805-809, 1982
- 10) Coles JG, Freedom RM, Lightfoot NE, et al: Long-term results in neonates with pulmonary atresia and intact ventricular septum. Ann Thorac Surg 47: 213-217, 1989
- 11) Squitieri C, Di Carlo D, Giannico S, et al: Tricuspid valve avulsion or excision for right ventricular decompression in pulmonary atresia with intact ventricular septum. J Thorac Cardiovasc Surg 97: 779-784, 1989
- 12) Waldman JD, Lamberti JJ, Mathewson JD, et al: Surgical closure of the tricuspid valve for pulmonary atresia, intact ventricular septum, and right ventricle to coronary artery communication. Pediatr Cardiol 5: 221-224, 1984

Epicardial ECG Monitoring during Cardiopulmonary Bypass in an Infant with RV-dependent Coronary Circulation

Kenji Hiramatsu*, Keiko Kinouchi*, Masahiro Sawatake*, Seiji Kitamura*,
Hidefumi Kishimoto**, Hiroaki Kawata** and Takayosi Ueno**

*Departments of Anesthesiology and **Cardiovascular Surgery, Osaka Medical Center and
Research Institute for Maternal and Child Health, Osaka, Japan

We report the efficacy of an epicardial ECG monitoring to detect myocardial ischemia in a patient with a right ventricle-dependent coronary circulation. He was a 23-month-old male infant who had pulmonary atresia with intact ventricular septum diagnosed by fetal echocardiogram. He underwent left Blalock-Taussig shunt operation at 21 days of life. For the progress of cyanosis he was scheduled for a cavopulmonary shunt procedure.

Cardiac catheterization confirmed the above diagnosis and the right ventricle-dependent left anterior descending coronary artery. For fear of left coronary insufficiency, the operation was performed under partial cardiopulmonary bypass (CPB) with the heart beating and without the RV decompression. Through-

out the procedure an epicardial ECG was monitored. After the completion of the cavopulmonary anastomosis, total CPB with venous drainage from the inferior vena cava was attempted in order to evaluate the safety of RV decompression required for Fontan operation in the future. Soon after the RV decompression, the epicardial ECG showed an ST segment depression. Venous drainage from the inferior vena cava was discontinued and the ST change in the epicardial ECG slowly returned to normal. Weaning from the CPB was smooth.

Pulmonary atresia with intact ventricular septum is often associated with an abnormal coronary circulation. The caution should be taken to detect the perioperative myocardial ischemia.

Key Words : Right ventricle-dependent coronary artery, Pulmonary atresia, Epicardial ECG, Cardiopulmonary bypass

(Circ Cont 18: 264~267, 1997)