

Ventricle-to-pulmonary artery shunt vs 体・肺動脈短絡術 術後中期遠隔期心機能の検討

太田 教隆, 坂本喜三郎, 西岡 雅彦, 藤本 欣史
村田 眞哉, 中田 朋宏, 関根 裕司, 横田 通夫

Key words :

RV-PA conduit, 肺血流路, 姑息手術,
単心室, 心筋切開

静岡県立こども病院心臓血管外科

Mid-term Outcome of Right Ventricle-to-pulmonary Artery Shunt in First-stage Palliation: Ventricle-to-pulmonary Artery Shunt vs. Aorto-pulmonary Shunt

Noritaka Ota, Kisaburo Sakamoto, Masahiko Nishioka, Yoshifumi Fujimoto,
Masaya Murata, Tomohiro Nakata, Yuji Sekine, and Michio Yokota

Department of Cardiovascular Surgery, Shizuoka Children's Hospital

Background: We have recently employed a Norwood procedure in which a non-valved conduit was used between the right ventricle and central distal pulmonary trunk. This has provided important new findings that have led to our use of this procedure in cases of similar anatomical abnormalities. To evaluate first-stage palliation, which involves a ventricle-to-pulmonary artery conduit (VPC), we analyzed the data on infants who underwent palliation with either an arterial-pulmonary shunt or ventricle-to-pulmonary artery conduit.

Methods: In the VPC group (9 patients), the first palliation was performed with a ventricle-to-pulmonary artery conduit during the period from January 1999 to November 2001. In the aorto-pulmonary shunt group (central shunt: 8 patients, modified B-T shunt: 3 patients), the first palliation was performed with an arterial pulmonary shunt during the same period. All patients have undergone final surgical procedures.

Results: In the VPC and aorto-pulmonary shunt groups, final operations were performed at 14.4 ± 8.4 and 15.9 ± 11.2 months, respectively. In the VPC group, average RA pressure was 7.2 ± 4.3 mmHg, whereas in the aorto-pulmonary shunt group it was 6.3 ± 2.2 mmHg. Main ventricle EDP pressure was 8.5 ± 3.9 mmHg and 10.1 ± 3.1 mmHg, and main ventricle EF was $57.4 \pm 4.1\%$ and $55.4 \pm 10.5\%$ in the VPC and aorto-pulmonary shunt groups, respectively. There were no significant differences between the two groups.

Conclusion: Although various problems remain to be solved in the use of these procedures and treatments, our series suggests that ventriculotomy does not result in poor ventricular function. As there appeared to be no significant difference in cardiac function between the patients with arterial-pulmonary shunt and ventricle-to-pulmonary artery conduit, the latter procedure can be considered useful for first-stage palliation.

要 旨

背 景：われわれは，Norwood型手術の肺血流路再建術式として心室 - 肺動脈間心外導管作成法 (ventricle-PA conduit, 以降VPCとする) を採用してきた。その安定した血行動態に着目し姑息術後が不安定な肺静脈狭窄 (PVO), 共通房室弁逆流 (CAVVR) 中等度以上, また弁形態異常を合併した単心室群, 将来心室切開必須群にも積極的に適応を拡大してきた。今回, 同時期に行われた体・肺動脈短絡術群も含めた中期遠隔期成績を比較し検討を加え報告する。

方 法：対象は, VPCを採用した1999年以降, 初回姑息術を行った症例中, 2002年11月までに最終手術 (biventricular repair or Fontan) まで到達した20症例とした。そのなかで初回手術にVPCを行った症例 (VPC群) は9例, 初回体・肺動脈短絡術を行った症例 (体・肺動脈短絡術群) は11例であった。

結 果：2002年11月までの最終手術到達率は, VPC群37.5%, 体・肺動脈短絡術群39.3%と両群の有意差はない。最終手術到達時期は, VPC群: 14.4 ± 8.4 カ月, 体・肺動脈短絡術群: 15.9 ± 11.2 カ月と有意差を認めず, 最終手術直

平成15年9月8日受付

別刷請求先: 〒420-8660 静岡県静岡市漆山860

平成16年6月1日受理

静岡県立こども病院心臓血管外科 太田 教隆

前カテにて、心機能の指標 (VPC群, 体・肺動脈短絡術群) の一つであるRA圧 ($7.2 \pm 4.3\text{mmHg}$, $6.3 \pm 2.2\text{mmHg}$), main ventricle EDR ($8.5 \pm 3.9\text{mmHg}$, $10.1 \pm 3.1\text{mmHg}$), main ventricle EF ($57.4 \pm 4.1\%$, $55.4 \pm 10.5\%$) は、両群間で有意差はみられなかった。

結論: 初回手術時より、合併奇形を多く持つVPC群において、中期遠隔期成績では体・肺動脈短絡術群と同等の成績が得られ、心室切開による心機能低下は、今後のfollowは必要ではあるが現時点ではみられなかった。

はじめに

近年本邦においてNorwood型手術の肺血流路再建術式として心室 - 肺動脈間心外導管作成法 (ventricle-PA conduit: VPC) が採用され始めてきている。当院でもその安定した血行動態に着目し、Norwood型手術のみならず姑息術後が不安定な肺静脈狭窄 (PVO), 共通房室弁逆流 (CAVVR) 中等度以上, また弁形態異常を合併した単心室群, 将来心室切開必須群にも積極的に適応を拡大してきた。今回, われわれは同時期に行われた体・肺動脈短絡術群も含めた最終手術到達例を比較し, 検討を加え報告する。

対象と方法

対象は, VPCを採用した1999年以降, 1999~2001年に初回肺血流再建手術をした症例のなかでVPC, 体・肺動脈短絡術を選択した症例中, 2002年11月までに最終手術 (biventricular repair or Fontan) に到達した症例とする。内訳は, VPC群が9例 (biventricular repair: 2, Fontan: 7), 体・肺動脈短絡術群が11例 (biventricular repair: 3, Fontan: 8) であった。基礎疾患は, VPC群ではHLHS 4例, asplenia+PA 3例, TGAIII 1例, DORV+PA (Cantrell) 1例であり, 体・肺動脈短絡術群ではasplenia 2例 (PA, PS各1例), TGAIII 1例, SV 1例, cTGA 2例, DORV 1例, Ebstein 1例, PAVSD 1例, PPA 1例 (Table 1) であった。初回手術術式は, 体・肺動脈短絡術群ではcentral shunt 8例, right modified BT shunt 2例, left modified BT shunt 1例, VPC群では全例基本的に手術時体重 3.0kg以上では6.0mmのePTFE tubeを, それ以下の体重の場合には5.0mmのtubeを選択し, VPCを行った。そのうちNorwood手術を行ったのは4例であった。適宜必要に応じてclippingにて肺血流をコントロールした。合併疾患に応じて肺血流再建術に加えVPC群ではCAVV plasty (二分化) を1例, TAPVQ (総肺静脈環流異常) repairを2例, central PA plastyを4例, ASD creationを2例行い, また体・肺動脈短絡術群にてTAPVC repairを1例, central PA plastyを2例, それぞれ初回手術時に同時に行った (Table 2)。初回手術時体重は, VPC群 $3.5 \pm 0.9\text{kg}$ (2.4~5.3kg), 体・肺動脈短絡術群 $3.8 \pm 0.8\text{kg}$ (2.1~5.5kg) であり, 初回手術時年齢は

VPC群 34.7 ± 22.2 日 (3~64日), 体・肺動脈短絡術群 38.9 ± 16.4 日 (20~78日) であった。それらの症例における最終手術時直前のカテーテル検査, エコー検査等から, それぞれの群を比較し検討した。

結 果

人工心肺使用例は, 体・肺動脈短絡術群では合併疾患に対する初回同時介入症例および, 術中のhypoxiaが非常に強い症例の合計7例であり, VPC群では全例であった。また, それぞれの人工心肺時間は体・肺動脈短絡術群 123.8 ± 40.4 分, VPC群 221.7 ± 55.6 分 ($p < 0.01$), 大動脈遮断時間は, 体・肺動脈短絡術群 17.2 ± 22.5 分, VPC群 56.7 ± 21.56 分 ($p < 0.01$) (Fig. 1) と, 合併奇形に対する併用術式が多かったVPC群が体・肺動脈短絡術群に比べ有意に長い傾向にあった。現時点での対象期間における最終手術到達率は, 体・肺動脈短絡術群39.3% (shunt全28例中), VPC群37.5% (VPC全24例中) と差を認めなかった。最終手術術式は, Fontan手術が体・肺動脈短絡術群8例 (11例中), VPC群は7例 (9例中) であった。体・肺動脈短絡術群では10例 (91%) が一期的に最終手術に到達したのに対してVPC群では一期的に最終手術に到達した症例は4例 (44%) であった。一方VPC群における残り5例には, Glenn手術と同時に弁形成術を2例, 肺動脈形成術を2例, 肺静脈狭窄解除術を1例, 大動脈再縮窄解除術を1例行っており, VPC群は繰り返す合併疾患を多く持つ症例であった。しかし最終手術到達時期は, VPC群: 14.8 ± 8.0 カ月, 体・肺動脈短絡術群: 13.2 ± 7.5 カ月と有意差を認めなかった。また, 術後1カ月時でのCTRは, 体・肺動脈短絡術群: $55.2 \pm 3.8\%$, VPC群: $56.5 \pm 3.5\%$ と差を認めなかった。また, 最終手術直前のカテーテル検査データより両群心機能を比較すると, RAは体・肺動脈短絡術群: 6.9 ± 2.4 mmHg, VPC群: 7.7 ± 4.2 mmHg, main ventricle EDPIは体・肺動脈短絡術群: 7.7 ± 2.5 mmHg, VPC群: 7.4 ± 2.2 mmHg, main ventricle EFは体・肺動脈短絡術群: $54.9 \pm 8.7\%$, VPC群: $58.8 \pm 7.0\%$ (Fig. 2) で両群間で有意差はみられなかった。なお, main ventricleは, 体血圧を担うものとした。

Table 1 Number of patients in this study

	VPC	Shunt
HLHS	4* ¹	0
Asplenia	3	2
TGA	1* ¹	1* ¹
cTGA	0	2* ¹
DORV	1	1
TA	0	1
SV	0	1
Ebstein	0	1
PAVSD	0	1* ¹
PPA	0	1

VPC: ventricle-to-pulmonary artery conduit, Shunt: AP Shunt, *: number of BVR, HLHS: hypoplastic left heart syndrome, TGA: transposition of the great artery, cTGA: corrected transposition of the great artery, DORV: double-outlet right ventricle, TA: tricuspid atresia, SV: single ventricle, Ebstein: Ebstein's anomaly, PAVSD: pulmonary atresia and ventricular septal defect, PPA: pure pulmonary atresia

Table 2 Additional procedure in first-stage palliation

	VPC	Shunt
TAPVC repair	2	1
Central PA plasty	4	2
CAVV plasty	1	0
ASD creation	2	0

TAPVC: total anomalous pulmonary venous connection, PA: pulmonary artery, CAVV: common atrio-ventricular valve, ASD: atrial septal defect

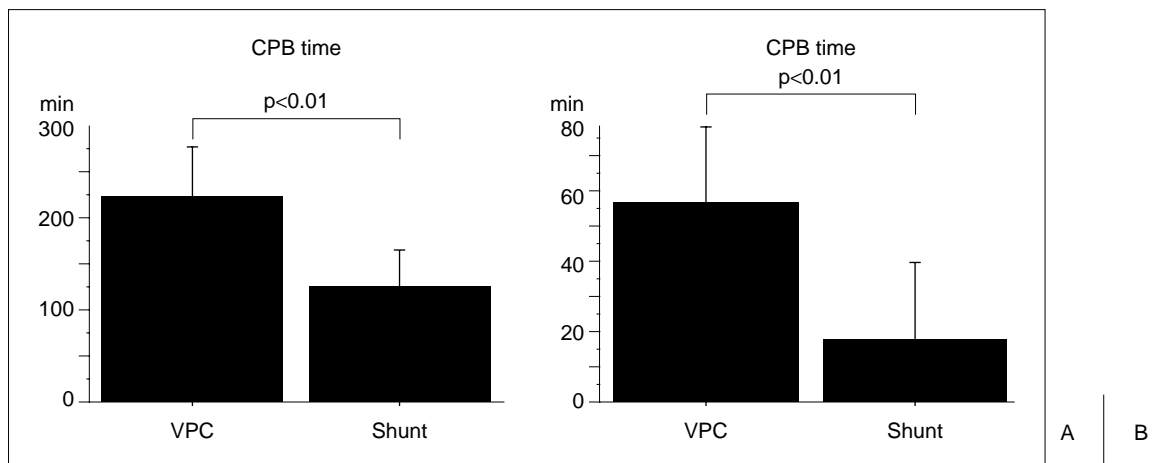


Fig. 1 A Cardio-pulmonary bypass time in the VPC and AP shunt.
B Aortic clamp time in the VPC and AP shunt.
CPB: cardio-pulmonary bypass, VPC: RV-PA conduit, Shunt: AP shunt

考 察

Norwood手術での肺血流再建方法に関する試みとして、VPCがある。この方法はNorwood¹⁾らにより3例報告されているが全例死亡しており、その後行われなくなった術式である。1993年Kishimoto^{2,3)}らによりVPC法(弁付き異種心膜ロール)の救命例が報告され、最近本邦において普及し始めた術式である。しかしながら一方では肺血流路として弁付きロールの狭窄が指摘されており⁴⁾、われわれは、ePTFE tubeによる肺血流再建方法

を選択した。同方法は体心室を切開する欠点はあるものの、拡張期大動脈圧が高く維持されることがFujisawa⁵⁾らの実験からも示されており、術後早期において冠血流および心機能が良好で、心室容量負荷による循環虚血を来しにくいものと考えられる。よって、拡張期血圧を維持しなければ救命が困難な冠状動脈条件の悪い群、術前からの悪い肺条件により多めの肺血流を維持しなければ術後早期PO₂を保つことが困難な群に有用ではないかと思われる。

また、Minami⁶⁾らはNorwood手術における体・肺動脈

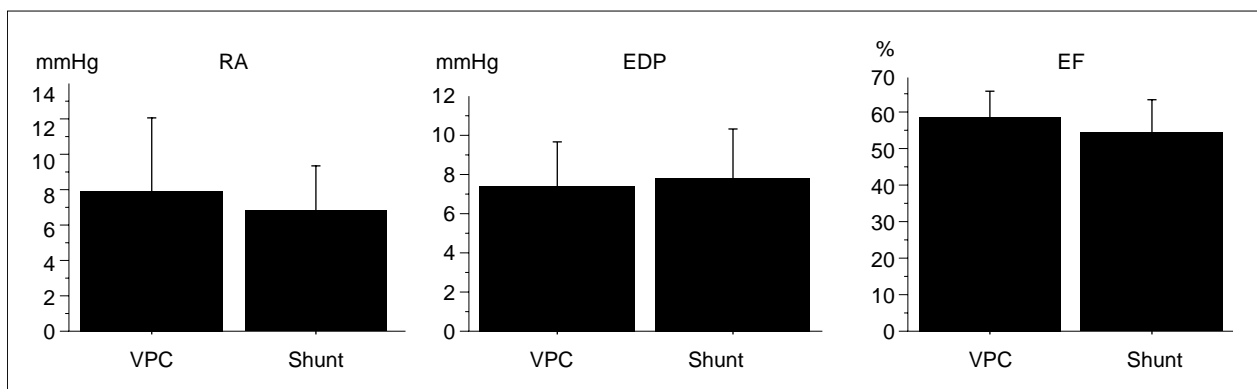


Fig. 2 A RA pressure in the VPC and AP shunt before final operation.
 B Ventricular end diastolic in the VPC and AP shunt before final operation.
 C EF in the VPC and AP shunt before final operation.

RA: right atrium, VPC: ventricle-to-pulmonary artery conduit, EDP: end diastolic pressure, EF: ejection fraction

短絡術群とVPC群の比較にて術中および術後acidosisの変化がVPC群のほうが軽度であったことを指摘している。

それらの血行動態に着目し、著者らは術後初回救命が困難であると考えられていた合併を持つ単心室群、将来最終手術にて心室切開を必要とする群に対しても適応を拡大してきた。

実際、初回救命そして最終手術到達を阻む因子として、左心低形成症候群、無脾症候群、中等度以上の房室弁逆流、肺静脈狭窄、重度肺動脈狭窄などを列挙した場合、今回のシリーズにてそれらの因子の含有率は、体・肺動脈短絡術群20%に対しVPC群では100%であり、そのような合併症を持つ症例群においても最終手術前の心機能状態は特に体・肺動脈短絡術群と変わらない状態にて最終手術へ到達し、良好な結果を得ることができた。

一方、low flow群などにみられるようなcentral PAが極端に細い症例には、比較的太いconduitを選択するVPCの採用には慎重な適応判断が必要と思われる。

また主要冠動脈が心室切開予定部に存在する場合、またはcentral PAが比較的低い位置に存在するために冠動脈を導管が圧迫する懸念がある場合は、同方法の採用を慎重にする必要がある。著者らも術中所見にて方法の変更を余儀なくされた症例も経験している。

結 語

初回手術時より合併奇形を多く持つ症例に対しVPCを

用いての初回手術成績は良好であり、中期遠隔期成績でも、体・肺動脈短絡術群と同等の成績が得られた。また、心室切開による心機能低下は、今後のfollowは必要ではあるが現時点ではみられなかった。

【参考文献】

- 1) Norwood WI, Lang P, Castaneda AR, et al: Experience with operations for hypoplastic left heart syndrome. J Thorac Cardiovasc Surg 1981; 82: 511-519
- 2) Kishimoto H, Iio M, Kume Y, et al: The Norwood operation for hypoplastic left heart syndrome using a valved pericardial roll between the right ventricle and pulmonary artery. Cardiol Young 1993; 3(suppl): 162
- 3) Kishimoto H, Kawahira Y, Kawata H, et al: The modified Norwood palliation on a beating heart. J Thorac Cardiovasc Surg 1999; 118: 1130-1132
- 4) 萱谷 太, 中島 徹, 高田慶心, ほか: 右室肺動脈導管を用いたmodified Norwood手術後の導管・肺動脈狭窄に対するパルーン拡大術. 日本小児循環器学会雑誌 2001; 17: 765
- 5) 藤澤恵美, 佐野俊二, 山口裕己, ほか: Norwood手術での冠動脈血流の検討: 右室 - 肺動脈間交通と体 - 肺動脈間交通の比較. Jpn Soc Cardiovasc Surg 2000; 29 (suppl): 32
- 6) 南 和, 角 秀秋, 井本 浩, ほか: Norwood手術における肺血流再建法 ~ Modified BT shuntと右室肺動脈心外導管の比較 ~. Jpn Soc Cardiovasc Surg 2000; 29 (suppl): 33