

原 著

当院における TCPC conversion の中期成績と効果の検討

石井 卓¹⁾, 嘉川 忠博¹⁾, 矢崎 諭¹⁾, 斉藤 美香¹⁾, 稲毛 章郎¹⁾, 浜道 裕二¹⁾,
上田 知実¹⁾, 和田 直樹²⁾, 安藤 誠²⁾, 高橋 幸宏²⁾, 朴 仁三³⁾

¹⁾ 公益財団法人日本心臓血圧研究振興会附属榊原記念病院小児科

²⁾ 公益財団法人日本心臓血圧研究振興会附属榊原記念病院心臓血管外科

³⁾ 東京女子医科大学病院心臓病センター循環器小児科

Midterm Surgical Outcomes and Effectiveness of Conversion Operations in Total Cavopulmonary Connection

Taku Ishii¹⁾, Tadahiro Yoshikawa¹⁾, Satoshi Yazaki¹⁾, Mika Saito¹⁾, Akio Inage¹⁾, Yuji Hamamichi¹⁾,
Tomomi Ueda¹⁾, Naoki Wada²⁾, Makoto Ando²⁾, Yukihiro Takahashi²⁾, and In-Sam Park³⁾

¹⁾ Department of Pediatric Cardiology, Sakakibara Heart Institute, Tokyo, Japan

²⁾ Department of Cardiovascular Surgery, Sakakibara Heart Institute, Tokyo, Japan

³⁾ Department of Pediatric Cardiology, Tokyo Women's Medical University Hospital, Tokyo, Japan

Background: The purpose of this study was to ascertain the effectiveness of total cavopulmonary connection (TCPC) by reviewing the midterm outcomes of TCPC conversion operations.

Method and Patients' Background: We analyzed data for 35 patients who underwent TCPC conversion operations performed between January 2004 and December 2013 in our institute. No patients showed medication-refractory congestive cardiac failure, severe renal failure, or irreversible liver cirrhosis. Eighteen patients (51.4%) underwent additional surgical procedures, including arrhythmia surgery.

Results: Postoperative complications were observed in 25 patients (71.4%), with the most frequent complication being supraventricular tachyarrhythmia ($n=10$). There was one case of in-hospital death and no deaths after discharge. The actuarial freedom from cardiac events was 75.0% at 5 years after discharge. New York Heart Association functional class and the incidence of supraventricular tachyarrhythmia significantly improved after TCPC conversion. However, simultaneous arrhythmia surgery did not improve the incidence of supraventricular tachyarrhythmia during hospitalization or after discharge. Cardiac catheter investigation after TCPC conversion revealed a significant improvement in cardiac index (from 2.19 ± 0.51 L/min/m² to 2.85 ± 0.84 L/min/m², $p < 0.01$) and central venous pressure (from 13.1 ± 3.0 to 11.4 ± 3.4 , $p < 0.02$).

Conclusion: TCPC conversion is safe and symptomatically effective for patients whose organ functions were preserved. TCPC conversion may contribute to improvement of patients' blood circulation and general condition.

Keywords: TCPC conversion, Fontan, mid-term outcomes, arrhythmia surgery, cardiac catheterization data

背景: 本研究の目的は、TCPC conversion 手術の中期成績および効果を明らかにすることである。

対象と方法: 2004年1月から2013年12月の間に当院でTCPC conversionを行った35例を後方視的に検討した。術前に高度の心不全、腎不全、肝硬変を認めた症例はなかった。また、35例中18例(51.4%)でなんらかの追加術式が行われていた。

2016年3月2日受付, 2016年6月10日受理

著者連絡先: 〒183-0003 東京都府中市朝日町3-16-1 公益財団法人日本心臓血圧研究振興会附属榊原記念病院小児科 石井 卓
doi: 10.9794/jspccs.32.307

結果：周術期に合併症を認めた症例は 25 例 (71.4%) で、うち 10 例は上室性頻拍であった。周術期死亡は 1 例のみで退院後の死亡例は認めなかった。退院後の心血管 event free survival は 5 年で 75.0% だった。NYHA class および不整脈頻度は術後に有意な改善を認めたが、術中不整脈治療の有無による周術期および退院後の上室性不整脈頻度の比較では有意差を認めなかった。術前後の心臓カテーテル検査では心係数 (術前 $2.19 \pm 0.51 \text{ L/min/m}^2$ vs 術後 $2.85 \pm 0.84 \text{ L/min/m}^2$, $p < 0.01$) および中心静脈圧 (術前 13.1 ± 3.0 vs 術後 11.4 ± 3.4 , $p < 0.02$) の有意な改善を認めた。

結論：TCPC conversion は全身状態が良い症例では安全に施行可能で、血行動態および症状の改善が期待できる。

背景と目的

Fontan 型手術は単心室型心疾患のチアノーゼを改善し容量負荷を軽減することを目的とした機能的根治術である。当初は右心耳と肺動脈を吻合する atrio-pulmonary connection 法 (APC 法) が主流であったが、遠隔期における右房の拡大とそれに伴う心房内血栓形成、各種上室性不整脈、低心拍出による心不全症状などの問題が次第に明らかとなってきた。近年、このような APC Fontan 手術後症例に対して、total cavopulmonary connection への転換術 (TCPC conversion) が行われるようになったが、その効果や合併症についての詳細な報告はいまだに少なく、手術適応についても明確になっていないのが現状である。今回、当施設での TCPC conversion 症例について、その予後と効果を明らかにすることを目的に後方視的研究を行った。

対象と方法

2004 年 1 月から 2013 年 12 月の間に当院で TCPC conversion を行った全症例を対象とした。当院での TCPC conversion 適応は、①有症状 (不整脈含む)、②他の外科的治療に併施、③心房内血栓の存在、④心臓カテーテル検査で心房内での高度の造影剤停滞と著明な心拍出量低下のいずれかを認めた場合としている。期間内で TCPC conversion を行った症例は 35 例 (男性 20 例、女性 15 例) で、術後の観察期間は 0.2~12.0 年 (中央値 5.3 年) だった。主要診断は三尖弁閉鎖が 16 例 (45.7%) と最も多く、主心室は左心室の症例が 22 例 (62.9%) であった。過去の Fontan 術式はほとんどが APC 法で、Fontan 手術時年齢の中央値は 6.2 歳であった (Table 1)。検討項目は、TCPC conversion 術後の生存率および合併症の頻度、術前後の症状および血行動態の比較とし、それぞれについて診療録を用いて後方視的に検討を行った。

心臓カテーテル検査時の心拍出量は心係数 (L/min/

m^2) = 酸素消費量 / {(大動脈酸素飽和度 - 中心静脈酸素飽和度) $\times 1.36 \times \text{Hb} (\text{g/dL}) \times 10$ } (Fick 法) から算出した。酸素消費量の推定には La Farge らの報告した表を用いた¹⁾。混合静脈血の酸素飽和度 $S_{\text{MV}}\text{O}_2$ は、肺動脈酸素飽和度を用いると術前後で冠静脈血や大動脈肺動脈側副血管の変化の影響を受けることから、今回は上大静脈酸素飽和度 $S_{\text{SVC}}\text{O}_2$ および下大静脈血酸素飽和度 $S_{\text{IVC}}\text{O}_2$ から Flamm らの式を用いて $S_{\text{MV}}\text{O}_2 = (S_{\text{IVC}}\text{O}_2 + S_{\text{SVC}}\text{O}_2 \times 3) / 4$ を算出した²⁾。術後に複数回の心臓カテーテル検査を行っている症例では術後初回の検査を術前検査と比較した。術後初回のカテーテルは全例術後半年から 1 年時に施行されていた。

予後の解析は Kaplan-Meier 法を用いて行った。追加手術の有無による入院日数などの比較には Mann-Whitney の U 検定を、合併症頻度の比較にはイェーツ補正 2 \times 2 カイ二乗検定を用いた。不整脈治療の有

Table 1 Patient characteristics ($n=35$)

	<i>n</i>	%
Sex		
Male	20	57.1
Female	15	42.9
Main diagnosis		
TA	16	45.7
SV	5	14.3
Unbalanced AVSD	3	8.6
MA/severe MS	3	8.6
Others	8	22.9
Main ventricle		
LV	22	62.9
RV	13	37.1
Type of Fontan operation		
APC	29	82.9
Bjork	5	14.3
Original	1	2.9
Median age at Fontan operation	6.2 (1.8–20.5) years	

AVSD: Atrioventricular septal defect; APC: Atriopulmonary connection; LV: left ventricle; MA: Mitral atresia; MS: Mitral stenosis; RV: Right ventricle; SV: Single ventricle; TA: Tricuspid atresia.

無による術後の不整脈発生頻度の比較には Log-rank test を、術前後の心臓カテテル検査値の比較には Wilcoxon の符合順位と検定をそれぞれ用いた。いずれも $p < 0.05$ を統計学的な有意水準とした。

TCPC 適応および術前 status

TCPC conversion を行うに至った主要因は、心房粗動や心房細動を含む頻脈性の上室性不整脈 (SVT) が 17 例 (48.6%) と最も多かった。労作時易疲労感などの心不全症状を主要因として TCPC conversion を行った症例が 11 例 (31.4%) でそれに続いた。それ以外は、なんらかの外科治療に合わせて TCPC conversion を行った症例が 4 例、心房内血栓を理由に TCPC conversion を行った症例が 3 例であった。心房内血栓を認めた症例はいずれも心房粗動を合併していた。術前に SVT を認めた症例のうち 4 例では術

Table 2 Clinical status and examination data before TCPC conversion

	<i>n</i>	%
NYHA functional class		
1	20	57.1
2	15	42.9
3 or 4	0	0
Arrhythmia		
All	24	68.6
SVT	23	65.7
VT	1	2.9
Thrombosis in atrium	3	8.6
	median	range
Laboratory data		
Platelet	15.1	7.9–28.4/ μ L
Albumin	4.5	3.4–5.1 g/dL
ALT	24	12–51 U/L
Creatinine	0.74	0.43–1.08 mg/dL
BNP (<i>n</i> =27)	143	33–1600 pg/mL
Hyaluronic acid (<i>n</i> =13)	29	10–115 ng/mL
Collagen type IV (<i>n</i> =13)	157	124–287 ng/mL
	mean \pm SD (range)	
Catheterization data (<i>n</i> =34)		
CVP	12.5 \pm 3.0	(7–19) mmHg
CI	2.13 \pm 0.48	(1.3–4.0) L/min/m ²
S _{MV} O ₂	65.0 \pm 6.3	(52–75) %
S _{Ao} O ₂	92.9 \pm 4.8	(79–98) %

ALT: alanine transaminase; BNP: brain natriuretic polypeptide; CI: cardiac index; CVP: central venous pressure; NYHA: New York Heart Association; SVT: supra ventricular tachyarrhythmia; S_{Ao}O₂: oxygen saturation of aorta; S_{MV}O₂: oxygen saturation of mix vein; VT: ventricular tachyarrhythmia.

前に経皮的心筋焼灼術 (ABL) が施行されていた。

患者の術前状態 (Table 2) をみると NYHAII 度の心不全症状を認める患者が 35 例中 15 例存在したが、NYHAIII 度以上の重度心不全症状を認めた患者はいなかった。術前に高度の腎機能障害や肝硬変の診断を受けていた症例はなかったが、肝線維化マーカー、BNP は多くの症例で上昇を認めていた。心房内に巨大血栓を認めた 1 例を除く 34 例で術前に心臓カテテル検査が施行されていた。中心静脈圧の平均値は 12.5 mmHg であり上昇の程度としては軽度であったが、心係数は平均で 2.13 L/min/m² と低値であった。下大静脈造影ではほとんどの症例で心房が著明に拡張し、造影剤は心房内で停滞して肺動脈の描出は遅延していた。

術式、追加手術

Fontan 手術から TCPC conversion までの期間は 3.4~28.9 年 (中央値 16.9 年) で、TCPC conversion 時の年齢は 6.5~39.8 歳 (中央値 25.5 歳) だった。TCPC conversion は全例 extracardiac conduit 法で行われていた。35 例中 18 例で TCPC 時になんらかの外科治療が並行して行われていた。内訳をみると、最も多かったのは MAZE を含む不整脈治療で 7 例 (20%)、次いで静脈系の側副血管の処理が 6 例 (17.1%) であった。不整脈治療施行例のうち 2 例は術前の ABL で十分な焼灼ができなかった症例であった。術前から洞機能不全を認めた 3 例と、MAZE 後に洞調律が消失した 1 例に対しては術中にペースメーカーの植え込み (PMI) が行われた。また、術前に心室の収縮低下と dyssynchrony が確認されていた 1 例では、TCPC conversion 時に両心室への心外膜リード留置とペースメーカーの植え込み (cardiac re-synchronization therapy) が行われた。加えて、房室弁逆流に対する治療が 4 例 (房室弁置換 3 例、房室弁形成 1 例) に、主心室から大動脈にかけての治療が 4 例 (大動脈弁下狭窄解除 2 例、大動脈弁置換 1 例、大動脈弓修復 1 例) に行われていた。TCPC 時に fenestration を作製したのは 1 例のみだった。

結 果

周術期管理および周術期合併症 (Table 3)

周術期の人工呼吸器装着期間、ICU 滞在期間、胸腔ドレーン留置期間、在院日数は当院における通常の TCPC 症例と大きく変わらなかった。周術期の合併症は軽症のものを含めると 25 例 (71.4%) と多く、な

かでも不整脈は14例(全体の40.0%)と高頻度に合併していた。術前と同様、SVTが多く(10例、全体の28.6%)、うち6例で電氣的除細動による停止を必要とした。また、術後に洞機能不全が悪化しPMIを要した症例を3例認めた。創部感染および縦隔炎の合併を4例(11.4%)に認めたが、いずれも抗生剤治療で軽快し外科的処置は要さなかった。周術期に死亡した症例は外来受診時に右房内巨大血栓を認めた1例のみであった。準緊急で右房内血栓除去およびTCPC conversionを施行されたが、高度の癒着や凝固異常により術中から止血に難渋し、術後も大量輸血を要した。止血後も酸素化が不良で長期人工呼吸管理を要し、最終的には緑膿菌による気道感染から多臓器不全となって術後40日目に死亡した。

Table 3 Perioperative details

	median (range)	
Mechanical ventilation	2 (1-9) days	
Intensive care unit stay	3 (2-60) days	
Chest tube drainage	8 (4-60) days	
Hospital stay	24 (14-75) days	
	<i>n</i>	%
Perioperative complication		
None	10	28.6
Arrhythmia	14	40.0
Supra ventricular tachyarrhythmia	10	28.6
Ventricular tachyarrhythmia	3	8.6
Sick sinus syndrome	3	8.6
Pleural effusion or chylothorax	6	17.1
Infection	4	11.4
Acute renal failure	2	5.7
Phrenic nerve palsy	1	2.9
Recurrent laryngeal nerve palsy	1	2.9
Pneumothorax	1	2.9
Death (multiple organ failure)	1	2.9

TCPC conversionになんらかの追加手術を行った症例における周術期合併症の頻度、人工呼吸管理日数、ICU滞在日数、在院日数などはいずれも追加手術のない症例と有意差を認めなかった。

退院後の心血管イベントおよび症状

退院後に死亡した症例はおらず、術後の累積生存率は5年時で97.1%と良好であった(Fig. 1a)。死亡、心不全入院、治療を要した不整脈などを含めた退院後の心血管 event free survivalは1年で85.3%、5年で75.0%だった(Fig. 1b)。心血管イベントの多くは不整脈で、他は心不全、腎不全、胸水貯留による入院をそれぞれ1例ずつ認めた。術後に蛋白漏出性胃腸症を発症した患者は観察期間内では認めなかった。退院後に治療を要する不整脈を認めたのは7例で、いずれも上室性の不整脈であった。退院後不整脈の累積発生頻度は1年8.8%、2年14.9%、5年19.2%であり、退院後初回の不整脈のほとんどは術後2年以内に発生していた。

術前後の症状を比べると、NYHAI度II度の症例は術前35例中15例から術後は29例中5例へ減少(術前42.9% vs 術後17.2%, $p=0.05$)し、SVTの合併頻度は35例中23例から32例中7例へ減少(術前65.7% vs 術後21.9%, $p<0.01$)していた。

術中不整脈治療の有無による術後不整脈発生頻度への影響 (Fig. 2)

術前にSVTを認めた23例のうち2例は術前にABLで不整脈が消失していた。残る21例中7例に対してTCPC conversion時に不整脈治療が行われた。21例中不整脈治療を行われなかった14症例では周術期に7例(50%)でSVTを認め、退院後にも13例中3例(30.8%)で治療を要するSVTを認めた。一

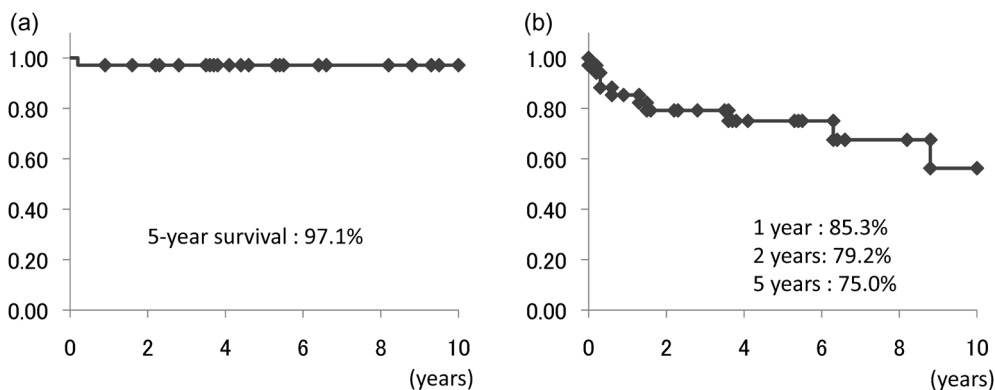


Fig. 1 Cardiac events and condition after discharge

a. Cumulative survival after TCPC conversion. b. Freedom from cardiac events after discharge.

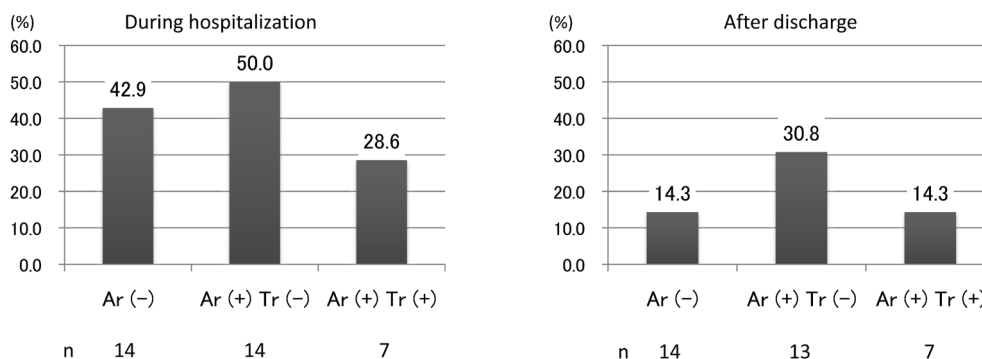


Fig. 2 Incidence of supra ventricular tachyarrhythmia (SVT) after TCPC conversion

Ar(-): Patients who did not exhibit SVT or had already been treated by catheter ablation before TCPC conversion. Ar(+)
Tr(-): Patients who had SVT before TCPC conversion and did not undergo any arrhythmia surgery. Ar(+)
Tr(+): Patients who had SVT before TCPC conversion and underwent any of the arrhythmia surgeries with TCPC conversion.

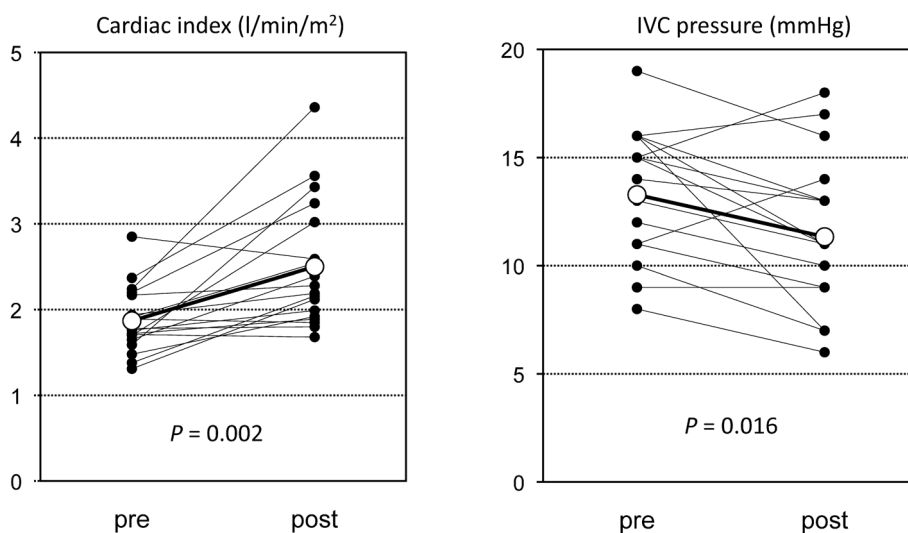


Fig. 3 Comparison of catheterization data before and after TCPC conversion

IVC: inferior vena cava; SVC: superior vena cava.

方、不整脈治療を行った7症例のうち周術期にSVTを認めた症例は2例(28.6%)で、退院後に治療を要する不整脈治療を認めた症例は1例(14.3%)のみだった。周術期、退院後ともにSVTの合併頻度は術中不整脈治療を行った症例で減少する傾向がみられたが、退院後のSVT累積発生頻度の比較では現時点で治療の有無による統計学的な有意差を認めなかった。

術前後の血行動態の比較

術前後で心臓カテーテル検査の結果を比較することができた19症例について、酸素飽和度(下大静脈, 上大静脈, 大動脈), Fick法で算出した心係数, 中心静脈圧を比較した(Fig. 3)。結果, TCPC conversionにより心係数は有意な改善を認め(術前 2.19 ± 0.51 vs 術後 2.85 ± 0.84 , $p < 0.01$), 術後には19例中14例

(73.7%)が 2.1 L/min/m^2 以上となった。中心静脈圧も4例を除き術前に比べて低下しており, 術前後では有意差を認めた(術前 13.1 ± 3.0 vs 術後 11.4 ± 3.4 , $p = 0.02$)。 $S_{\text{SVC}}\text{O}_2$ (術前 57.9 ± 6.0 vs 術後 64.4 ± 5.8 , $p < 0.01$), $S_{\text{IVC}}\text{O}_2$ (術前 67.4 ± 8.2 vs 術後 71.9 ± 8.1 , $p = 0.02$)それぞれも術前後で有意な上昇を認めた。一方, 大動脈の酸素飽和度は術前後で有意差を認めなかった(術前 91.3 ± 5.5 vs 術後 93.6 ± 2.1 , $p = 0.20$)。また, TCPC conversion時に追加手術を行わなかった7例の比較でも心係数は有意な改善を認めた(術前 $2.15 \pm 0.45 \text{ L/min/m}^2$ vs 術後 $2.73 \pm 0.80 \text{ L/min/m}^2$, $p = 0.03$)が, 中心静脈圧は術前後で有意差を認めなかった(術前 $12.5 \pm 2.4 \text{ mmHg}$ vs 術後 $10.5 \pm 3.6 \text{ mmHg}$, $p = 0.12$)。

考 察

Fontan 型手術は体循環を直接肺動脈に還流させることで単心室型心疾患におけるチアノーゼを改善し、体心室の容量負荷を減らすことを目的とした機能的根治術である。三尖弁閉鎖症の治療として 1971 年に Fontan & Baudet により初めて報告され³⁾、以後、様々な術式の変更や工夫が加えられ今日に至っている。当初、肺循環心室のない Fontan 循環においては心房収縮が必須と考えられており、心房-肺動脈連結法 (atrial-pulmonary connection; APC) 法が行われていた。一方、de Leval らは心房収縮が乱流を発生させることで体循環還流の血管抵抗になることを明らかにし⁴⁾、その後、エネルギー効率が良い大静脈-肺動脈連結法 (TCPC) の有用性が数多く報告⁵⁾され現在の Fontan 型手術の主流となった。このような術式の改良により Fontan 型手術の遠隔成績は著しく向上し、現在では 10 年生存率で 90% を超える良好な成績が得られている^{6,7)}。

実際に APC 術後の遠隔期においては多くの症例で心房の拡大が起き、それに伴う心房内血栓形成や心房負荷による不整脈の発生が問題となっている。さらに拡大した心房内で血流が停滞することで肺への順行性血流が減少し、心拍出量の低下から心不全症状を呈する症例も多い。このような APC 術後症例に対する TCPC への転換術は 1994 年に Kao らによって報告され、以後、成人期の TCPC conversion の報告が散見されるようになった⁸⁾。その成績は報告によってかなり差があるものの、5 年生存率は 70~90% と小児期に行われる TCPC 法と比べると低い^{9,10)}。また、長期予後に関する報告はまだ少なく¹¹⁾、手術による効果の検討は不整脈に関するものがほとんどで臨床症状や血行動態についての検討は十分なされていない¹²⁾。

今回、我々の施設における TCPC conversion の成績は 5 年生存率で 97% と満足できる結果であった。今回対象とした症例で術前に高度の心不全や腎不全・肝機能障害を合併していた患者はおらず、術前全身状態が過去の報告と比べて良いことが高い生存率に結びついた大きな要因と考えられる。当院で過去に APC Fontan を行った 32 例を追跡すると、現時点で 11 例 (34.4%) に TCPC conversion が行われ、15 例 (46.9%) は TCPC conversion 前に死亡していた。転帰不明の 2 例を除く 4 例 (12.5%) のみが TCPC conversion をせずに生存しているが、そのうち 2 例は直近のカテーテル検査で既に右房の拡大と軽度の心拍出量低下が確認されていた。これらの結果を踏まえると、過去

の Fontan 症例では常に TCPC への conversion を念頭において経過観察し、高度の肝・腎機能障害や難治の不整脈などが生じる前に TCPC conversion へ踏み切ることが重要と考えられた。一方、今回検討した TCPC conversion 症例の約半数は初回の Fontan を他院で施行されており、過去の Fontan 症例の実態把握や TCPC conversion の適応についての十分な検討はできていないため、今後は多施設で情報を共有した上での検討も必要と考えられた。

また、今回の検討では TCPC conversion 時に約半数の症例で追加の手術が行われていた。追加術式としてもっとも多かったのは不整脈治療だが、大動脈弁下狭窄の解除、大動脈弁・房室弁の置換術、大動脈縮窄の再解除なども含まれていた。Fontan 術後の循環障害は、心房での乱流のみが原因とは限らず、房室弁逆流による左房圧の上昇や主心室の流出路狭窄に伴う心室拡張末期圧の上昇なども関与していることがある。このため、当院では TCPC conversion 時にはなるべく Fontan 循環の障害となるものは取り除くよう積極的に追加手術を行っている。術前の圧・容量負荷が強い症例に手術侵襲の増加や手術時間の延長といった負担が加わることで術後の合併症は増加することが予想されたが、実際には周術期の治療期間や合併症に大きな差はみられなかった。

術後の合併症をみると、やはり最も頻度が高かったのは SVT であった。周術期に限ると術前に不整脈がなかった症例でも 40% 前後に新たな不整脈の発生がみられた。術中に不整脈治療を行うことで周術期および退院後における不整脈頻度は減少する傾向がみられたが、今回の検討では発生頻度に統計学的な有意差は認めなかった。過去の報告では術中に不整脈治療を行った場合、退院後の不整脈発生頻度は 10~15%^{11,13)}とされており、今回の検討でも術中不整脈治療を行った症例での SVT 発生頻度は 14.5% と過去の報告と概ね同様の結果であった。ただ、治療の有無で発生頻度を比較した報告はほとんどなく、実際には TCPC conversion 自体が心房負荷を軽減し不整脈の発生を抑制しているという可能性も考えられる。当院で積極的に術中不整脈治療を行うようになったのは比較的最近であり、不整脈治療の有用性については症例を蓄積した上で再検討する必要があると考えている。一方、Fontan 術後遠隔期では SVT に洞機能の低下を合併していることも多く、今回不整脈治療を行った症例でも 7 例中 3 例で PMI を必要とした。過去の報告でも術中不整脈治療の際には高い頻度で PMI を行われており、不整脈治療を行う際にはあらかじめ洞機能への影

響も十分考慮しておく必要がある。

TCPC conversion の術前後における心臓カテテル検査の比較では Fick 法で算出した心拍出量の有意な上昇, 中心静脈圧の有意な低下を認めた。少なくとも短期的には TCPC conversion の目的の一つである障害の少ない Fontan 循環への転換という目的は十分達せていると考えられた。Fick 法は検査時の酸素消費量など不確定要素も含んでしまうため今回は上大静脈および下大静脈の酸素飽和度も比較しているが, いずれも術後に有意な上昇を認めており手術後に組織への酸素供給量が増加していることが示された。また, TCPC 時に追加手術を行わなかった症例においても心拍出量は術後に有意な改善を認めており, 追加手術の有無によらず TCPC conversion 自体が血行動態の改善に寄与していることも今回の検討で確認された。加えて NYHAI 度の症例数や不整脈の頻度も術後に減少しており, 血行動態の改善が臨床症状の改善にも寄与していると考えられた。

結 論

今回の検討により, 患者の全身状態が保たれているうちに行えば TCPC conversion の生存率は小児期に行う TCPC と遜色ない結果であることが示された。加えて, TCPC conversion により有意な血行動態の改善が得られ, 心不全症状や不整脈の発生頻度も改善することが確認された。ただ, 術中不整脈治療の効果については今回の検討で示すことができなかったため, 症例を蓄積した上でのさらなる検討が必要と考えられた。また, 不整脈治療の有無によらず周術期に高率に合併する頻脈性不整脈に対しての治療は今後の課題として残っている。

利益相反

本論文について, 開示すべき利益相反 (COI) はない。

引用文献

- 1) La Farge CG, Mieltien OS: The estimation of oxygen consumption. *Cardiovasc Res* 1970; **4**: 23-30
- 2) Flamm MD, Cohn KE, Hancock EW: Measurement of systemic cardiac output at rest and exercise in patients with atrial septal defect. *Am J Cardiol* 1969; **23**: 258-265
- 3) Fontan A, Baudet E: Surgical repair of tricuspid atresia. *Thorax* 1971; **26**: 240-248
- 4) de Leval MR, Kilner P, Gewillig M, et al: Total cavopulmonary connection: A logical alternative to atriopulmonary connection for complex Fontan operations. Experimental studies and early clinical experience. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988; **96**: 682-695
- 5) Van Haesdonck JM, Mertens L, Sizaire R, et al: Comparison by computerized numeric modeling of energy losses in different Fontan connections. *Circulation* 1995; **92** Suppl: 322-326
- 6) Kim SJ, Kim WH, Lim HG, et al: Outcome of 200 patients after an extracardiac Fontan procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008; **136**: 108-116
- 7) Nakano T, Kado H, Ishikawa H, et al: Midterm surgical results of total cavopulmonary connection: Clinical advantages of the extracardiac conduit method. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004; **127**: 730-737
- 8) Kao JM, Alejos JC, Grant PW, et al: Conversion of atriopulmonary to cavopulmonary anastomosis in management of late arrhythmias and atrial thrombosis. *Ann Thorac Surg* 1994; **58**: 1510-1514
- 9) Said SM, Burkhart HM, Schaff HV, et al: Fontan conversion: Identifying the high-risk patient. *Ann Thorac Surg* 2014; **97**: 2115-2121
- 10) Jang WS, Kim WH, Choi K, et al: The mid-term surgical results of Fontan conversion with antiarrhythmia surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2014; **45**: 922-927
- 11) Backer CL: 12th Annual C. Walton Lillehei Memorial Lecture in Cardiovascular Surgery: Fontan conversion: The Chicago experience. *Cardiol Young* 2011; **21** Suppl 2: 169-176
- 12) Agematsu K, Ishikawa K, Iwata Y, et al: Midterm Outcomes after Conversion to Total Cavo-pulmonary Connection. *J Tokyo Wom Med Univ* 2008; **78**: 531-537
- 13) Sridhar A, Giamberti A, Cappato R, et al: Fontan conversion with concomitant arrhythmia surgery for the failing atriopulmonary connections: Mid-term results from a single centre. *Cardiol Young* 2011; **21**: 665-669