先天性心疾患の周術期管理における取組み

田 中 佑 貴 宮 本 隆 司 吉 竹 修 一 吉 井 剛 内 藤 裕 次

[背景]：近年、先天性心疾患に対する周術期管理は飛躍的に進歩し、手術成績、生命予後の向上の1つの要因となっている。[目的]：当院で周術期に行っている、①術中経食道心エコー（ITEE）の使用、②心房中隔欠損症（ASD）、心室中隔欠損症（VSD）、ファロー四徴症（TOF）、Glenn手術、Fontan手術における手術室抜管、③ASD、VSDのクリニカルパス導入に関してそれぞれ後方視的にその有用性を検討する。[方法・結果]：2007年6月～2014年6月までの人工心肺使用（On pump）症例482例、非人工心肺使用（Off pump）症例146例を対象とした。On pump 474例、Off pump 102例を適応とし、術中経食道心エコーによる評価を行った。PICU入室直後に遺残病変を認めた症例はなかった。手術室抜管はおもに肺高血圧症（PH）のない症例を対象とし、抜管率はASD 94.7%（54/57）、VSD 60.0%（69/115）、TOF 50.0%（15/30）、Glenn 42.5%（17/40）、Fontan 45.2%（14/31）であった。ASD、VSDのクリニカルパスはPHがないもしくは軽度な症例に適応とした。クリニカルパス達成率はASDで98.2%（55/56）、VSDで94.2%（65/69）であった。パス逸脱の原因は4例が炎症所見の遷延、1例が家庭の事情であった。[結語]：術中経食道心エコーは人工心肺離脱時の心機能評価、心内遺残空気の評価、遺残病変の確認に有用であった。手術室抜管は安全性を考慮していることもあり抜管率は高くなかった。再挿管の症例はなかったため手術室抜管の適応としては妥当であったと考えられる。ASD、VSDのクリニカルパス達成率は90%を超えており、パスの適応は妥当であったと考えられる。日心外会誌44巻1号：1-7（2015）

キーワード：周術期管理；術中経食道心エコー；手術室抜管；Fast-track；クリニカルパス

Efforts for Perioperative Care in Children with Congenital Heart Defects

Yuki Tanaka, Takashi Miyamoto, Shuichi Yoshitake, Takeshi Yoshii and Yuji Naito (Department of Cardiovascular Surgery, Gunma Children's Medical Center, Shibukawa, Japan)

Background: Perioperative care in congenital heart surgery has evolved in recent years, and it was considered a contributive factor to improve surgical outcome and prognosis. **Objective**: To extract perioperative clinical protocols that have been applied in our hospital, then assess their usefulness for better clinical outcome. **Methods**: We retrospectively reviewed our patients' records to analyze representative perioperative protocols that might have contributed to surgical outcome, such as intraoperative transesophageal echocardiography (ITEE), extubation in the operating room on patients of atrial septal defect (ASD), ventricular septal defect (VSD), tetralogy of Fallot (TOF), Glenn procedure and Fontan procedure. We also assessed clinical pathway of ASD and VSD, and each protocol was individually explored to calculate achievement ratio in order to show its adequacy. **Results**: This study included 482 of on-pump surgery patients and 146 of off-pump surgery patients from June 2007 to June 2014. ITEE was performed in 474 of on-pump surgery patients and 102 of off-pump surgery patients. No case had a residual lesion immediately after operation. Extubation in the operating room was performed in cases without severe pulmonary hypertension (PH). The extubation ratio was 94.7% (ASD repair), 60.0% (VSD repair), 50.0% (TOF repair), 42.5% (Glenn procedure), and 45.2% (Fontan procedure), respectively. Clinical pathways of ASD and VSD included patients without severe PH. Achievement ratio of the clinical pathway was 98.2% in ASD and 94.2% in VSD patients, respectively. Four patients were excluded because of high c-reactive protein (CRP), and one patient because of familial circumstance. **Conclusion**: ITEE was useful in evaluation of cardiac function, residual issue and residual air at weaning of cardiopulmonary bypass. Reintubation did not occur in any clinical course of extubation in the operating room, but the extubation rate was not high because of safety concerns. Achievement ratio of the clinical pathways of both ASD and VSD was more than 90%, therefore, application of the clinical pathway was considered appropriate. Jpn. J. Cardiovasc. Surg. 44: 1-7 (2015)

2014年7月17日受付、2014年8月27日採用
本論文の要旨は第44回日本心臓血管外科学会学術総会（2014年、熊本）にて発表した。

Corresponding author: Yuki Tanaka
Department of Cardiovascular Surgery, Gunma Children's Medical Center, Shibukawa, Japan
E-mail: tfjgp484@yahoo.co.jp

群馬県立小児医療センター心臓血管外科
〒377-8577 渋川市北橘町下箱田779

本研究において一切の利益相反や研究資金の提供はない。
None of the authors of this manuscript has any financial or personal relationship with other people or organizations that could inappropriately influence their work.

Keywords : perioperative care ; intraoperative transesophageal echocardiography ; extubation in operating room ; fast-track ; clinical pathway

背 景

近年、本邦の先天性心疾患の手術成績、生命予後はさまざまな要因で向上している。特に先天性心疾患の外科的治療において周術期管理の果たす役割は大きいとされている。

1980 年代より先天性心疾患手術に術中経食道心エコー (ITEE) が導入され、その有用性が報告されてきた^{1~4)}。当院でも ITEE の導入により手術直前の病変確認、追加情報の有無、人工心肺離脱の際の心機能評価、心内遺残空気の確認、遺残病変の有無の確認を行ってきた。先天性心疾患の術後の早期抜管は術後 24 時間以内の抜管として始まり、1980 年に Barash らが報告した^{5~7)}。1993 年に Cotton らによって心臓術後の早期回復を目標とする fast track recovery program が開始された。近年では手術室抜管を行う施設も増加し、早期抜管、早期離床を目的とした早期抜管は広がりつつある⁸⁾。当院では心房中隔欠損症 (ASD)、心室中隔欠損症 (VSD)、ファロー四徴症 (TOF)、Glenn 手術、Fontan 手術で適応を決めて手術室抜管を行ってきた。クリニカルパスは 1985 年に Karen Zander らにより clinical pathway として初めて導入された。心臓外科領域では成人心臓手術におけるクリニカルパスの有用性を検討した報告は多い^{9,10)}。しかし、管理の複雑さや個々の症例の状態のばらつきの強さから小児開心術後のクリニカルパスを導入している施設は少ない。当院では ASD、VSD の手術症例に対してクリニカルパスを作成し、PH のない症例を適応として導入している。

今回、当院で行っている、①先天性心疾患手術における ITEE を用いた術中評価、② ASD、VSD、TOF、Glenn 手術、Fontan 手術における手術室抜管、③ ASD、VSD の術後クリニカルパス導入について後方視的に検討を行う。

対象・方法

2007 年 6 月～2014 年 6 月までに当院で行った先天性疾患に対する手術症例 (On pump 症例 482 例、Off pump 症例 146 例) を対象とした。手術責任者の交代に伴い 2007 年より ITEE、手術室抜管、クリニカルパスを同時に導入しており、当院独自の基準を設けて施行した。

ITEE は食道病変のない 2.5 kg 以上の症例を適応としているが、食道閉鎖症などの食道病変の根治術を行った症例では術後 2 カ月以上経過した縫合不全などの合併症が生じないと思われる症例は適応とした。また、症例によっては

2.5 kg 以下で ITEE を行っており、ITEE の必要性が強い症例では適応とした (最低体重 2.2 kg)。エコープローブは 2 種類使用しており、体重 ≤ 7 kg の症例で Aloka Medical UST52119S、体重 > 7 kg の症例で Aloka Medical UST52110S-C1 を使用した。ITEE によって残存病変を検出できた症例、ITEE による合併症の有無などについて検討を行った。ITEE の合併症の評価は、術中は麻酔科医 (心臓麻酔専門医)、術後は循環器内科医、心臓外科医が行った。評価項目としては上部消化管尖孔、上部消化管出血、心内膜炎、挿管チューブトラブル、プローブによる他臓器圧迫所見をあげ、症例ごとに合併症の有無を評価した。術後の空気塞栓による脳神経所見の評価は小児科医が行い、鎮静剤を中止して完全に覚醒した状態で評価した。

ASD 手術、VSD 手術、TOF 手術、Glenn 手術、Fontan 手術の手術室抜管は症例ごとに術前状態のばらつきが大きいため明確な適応は定めていないが、①染色体異常を認めない、②術前 PH を認めない、③その他の追加手技がない症例、④心不全のない症例、⑤術中合併症のない症例、⑥人工心肺時間が 3 時間以内の症例では手術室抜管を目指している。対象期間中に手術を行った ASD 57 例、VSD 115 例、TOF 30 例、Glenn 手術 40 例、Fontan 手術 31 例を対象とし、手術室抜管率、再挿管について検討を行った。

ASD、VSD の術後クリニカルパスは対象期間中に手術を行った ASD 57 例、VSD 115 例を対象とした。クリニカルパスの適応としては術前評価で PH がない、もしくは軽度な症例としており、肺動脈絞扼術後の症例と染色体異常の症例は適応外とした。クリニカルパス適応とした症例は ASD 56 例、VSD 69 例であった。クリニカルパスの退院基準は、①白血球 (WBC) 値、C 反応性蛋白 (CRP) 値が低下傾向、② 37.5℃ 以上の発熱を認めず、感染兆候を認めない、③ドレーンが抜去できていることに設定している。術後入院期間は 4～5 日間に設定し、何らかの原因で入院期間を過ぎた症例はクリニカルパス逸脱とした。使用しているクリニカルパスの内容は当院で現在使用している電子カルテの形式で表記する (Fig. 1)。クリニカルパスの達成率、逸脱の原因をもとに適応基準の妥当性を評価した。また、看護業務におけるクリニカルパス適応症例と非適応症例との違いについてのアンケート調査を術前、術後の看護を担当する循環器病棟看護師に対して実施し、クリニカルパスに対する看護師の意識調査を行った。アンケートの作成は心臓外科医が行い、集計は心臓外科医と循環器病棟看護師 2 名で行った。

日付		／	／	／	／	／	
日数計算	入院日数	術後1日目	術後2日目	術後3日目	術後4日目(退院)	術後5日目(退院)	
評価	評価	☐	☐	☐	☐	☐	
アウトカム	P.患者所見			◆機嫌がよく、活気が出てくる	◆機嫌がよく、活気が出てくる	◆機嫌がよく、活気が出てくる	
					◆発熱がない	◆発熱がない	
		◆SpO2が95%以上である	◆SpO2が95%以上である	◆SpO2が95%以上である			
				◆創部の感染徴候がない	◆創部の感染徴候がない	◆創部の感染徴候がない	
		◆手術創からの出血がない	◆手術創からの出血がない				
		▼	▼	▼	▼		
		C.治療・検査・栄養	◆食事が開始できる				
		治療	処方	内服開始			
		注射	点滴抗生剤終了	抹消ルート抜針			
		処置	経鼻酸素2L	経鼻酸素1L	経鼻酸素中止	ドレーン抜去	⇒
指示簿					指示：退院指導、外来予約、退院処方	⇒	
	☐ 00:00 指示：バイタル4検	⇒					
			☐ 00:00 指示：バイタル3検	⇒	⇒		
		☐ 00:00 指示：安静度(抱っこ可)					
			☐ 00:00 指示：安静度(歩行可)				
				☐ 00:00 指示：安静度(フリー)	⇒		
	☐ 00:00 指示：食事(半量、水分制限)						
		☐ 00:00 指示：食事(全量、水分制限)					
			☐ 00:00 指示：食事(フリー)	⇒	⇒		
	☐ 00:00 指示：清潔(清拭)	⇒	⇒	⇒	⇒		
	▼	▼	▼	▼	▼		
検査	検査	☐ TP Alb A/G比 T-Bil AST ALT LDH ALP CPK BUN CRE T-Ca Na K Cl CRP 血液一般 5分画	☐ TP Alb A/G比 T-Bil AST ALT LDH ALP CPK BUN CRE T-Ca Na K Cl CRP 血液一般 5分画		☐ TP Alb A/G比 T-Bil AST ALT LDH ALP CPK BUN CRE T-Ca Na K Cl CRP 血液一般 5分画		
画像検査	☐ 一般撮影(ポータブル) 一般撮影 小児胸部(臥位)	☐ 一般撮影(ポータブル) 一般撮影 小児胸部(臥位)	☐ 一般撮影(ポータブル) 一般撮影 小児胸部(臥位)	☐ 一般撮影(ポータブル) 一般撮影 小児胸部(臥位)			
	☐ 一般撮影(ポータブル) 一般撮影 小児胸部(臥位)						
生理検査	心臓超音波検査						
リハビリ	リハビリ	術後リハビリ開始	⇒	⇒	⇒	⇒	
看護	看護指示	☐ 00:00 看護：観察 転倒・転落スコアシート					
		☐ 10:15 看護：確認 コーチ2/手足の運動	看護：確認 コーチ2/手足の運動	看護：確認 コーチ2/手足の運動	看護：確認 コーチ2/手足の運動	看護：確認 コーチ2/手足の運動	
		☐ 23:00 看護：確認 アウトカム評価(準夜)	看護：確認 アウトカム評価(準夜)	看護：確認 アウトカム評価(準夜)	看護：確認 アウトカム評価(準夜)		
					☐ 00:00 看護：確認 退院時、アウトカム評価・バス評価	看護：確認 退院時、アウトカム評価・バス評価	

Fig. 1 Clinical pathway sheet of ASD and VSD in our hospital

結 果

1. ITEE による術中評価

対象期間中に ITEE を行ったのは全 On pump 例 482 例中 474 例、Off pump 症例 146 例中 102 例であった。当院では体重 ≥ 2.5 kg を ITEE の適応としているが、総肺動脈還流異常症 1 例、肺動脈絞扼術 3 例の 4 症例で 2.5 kg 以下の体重で ITEE を施行し、最低体重は 2.4 kg であった。

On pump 症例のうち、ITEE による評価で遺残病変を指摘され、指摘病変に対して術中に追加手技を行った症例が

16 例 (3.4%) あった (Table 1)。修復を要する遺残病変を認めた 16 例のうち、3 例は肺動脈もしくは右室の圧測定で発見され、ITEE で確定診断に至り、13 例は発見、確定診断とも ITEE による評価によるものであった。On pump 症例で手術翌日以降に再手術を要する遺残病変を認めた症例はなかった。Off pump 症例には動脈管開存症 (PDA) 37 例、肺動脈絞扼術 (PAB) 59 例が含まれているが、術中に TEE の評価により追加手技を行った症例は 26 例 (25.5%) あった。PDA は閉鎖の際の遺残短絡の有無の確認、PAB は絞扼調整の際の絞扼部の血流評価に ITEE を使

Table 1 Cases performed additional procedure by assessment of ITEE.

Case No.	Age (month)	Sex	Body weight (kg)	Diagnosis	Surgical procedure	Assessment of ITEE	Additional procedure
1	42	F	14.9	ASD	ASD closure	ASD leakage	Leakage repair
2	36	F	11	VSD	VSD closure	MR	MVP
3	20	M	7.4	Asplenia, SV, TAPVR, TR	TVP	TR	TVP
4	5	M	4.4	Unbalanced AVSD, CAVVR	CAVVP	CAVVR	CAVVP
5	22	M	7.7	SV, TR	TVR	Stuck valve	TVR
6	42	F	5.6	AVSD, MR, Post AVSD repair	MVR	Stuck valve	MVR
7	2	M	4.2	TOF, APVS	TOF repair	Lt PS	Lt PAP
8	17	M	9.5	TOF, PA	TOF repair	Rt PS	Rt PAP
9	8	M	6.5	SV, TR	BDG, TVP	PS	PAP
10	14	F	6.5	SV, AS, CoA, Post Norwood	BDG	PS	PAP
11	6	F	5.7	SV, AS, CoA, Post bilateral PAB	Norwood	RV-PA	RV-PA
12	1	M	3.2	HLHS (MS, AA), CoA, TR, Post bilateral PAB	Norwood	RV-PA conduit low flow conduit stenosis	RV-PA conduit conduit size up
13	0.4	F	2.6	DORV (Taussig-Bing)	ASO, CoA repair	PS	PAP
14	35	M	11	PS, Post TOF repair	RVOTR	PS	PAP
15	4	M	5	HLHS (MS, AS), CoA, TR, Post bilateral PAB	Aorticarch repair, Bilateral BDG	Anastomotic stricture of aorticarch	Aorticarch repair
16	12	M	7.3	IAA, VSD	Rastelli operation	LVOTO	VSD patch closure

AA, aortic atresia; APVS, absent pulmonaly valve syndrome; AS, aortic stenosis; ASD, artrial septal defect; ASO, arterial switch operation; AVSD, atrioventricular septal defect; BDG, bidirectional Glenn; CAVVP, common atrioventricular valve plasty; CAVVR, common atrioventricular valve regurgitation; CoA, coarctation of the aorta; DORV, double outlet right ventricle; F, female; HLHS, hypoplastic left heart syndrome; IAA, interrupted aortic arch; LVOTO, left ventricular outflow tract obstruction; M, male; MR, mitral regurgitation; MS, mitral stenosis; MVP, mitral valve plasty; MVR, mitral valve replacement; PA, pulmonary atresia; PAB, pulmonary arterial banding; PAP, pulmonary artery plasty; PS, pulmonary stenosis; RV, right ventricle; RVOTR, right ventricular outflow tract reconstruction; SV, single ventricle; TAPVR, total anomalous of pulmonary venous return; TOF, tetralogy of Fallot; TR, tricuspid regurgitation; TVP, tricuspid valve plasty; TVR, tricuspid valve replacement; VSD, ventricular septal defect.

用した。PDA は術中評価で遺残短絡を認めクリップを追加した症例が 4 例あった。肺動脈絞扼術では絞扼部の血流をもとに調整を行った症例が 22 例あった。PDA で術後に遺残短絡を認めた症例はなく、PAB の症例で術後に絞扼調整を要した症例は 4 例であった。

ITEE による合併症を起こした症例は認めなかった。心機能評価では、ITEE で心機能低下を認め、人工心肺の離脱が困難であったため 2 例で体外式膜型人工肺 (ECMO) を導入した。人工心肺離脱の際に ITEE にて心内遺残空気の確認を行っているが、術後に空気塞栓が原因と考えられる症状を認めた症例はなかった。

2. 手術室抜管

対象期間中の手術室抜管率、PICU 滞在期間、全入院期間を Table 2 に示す。覚醒不良による呼吸不全で再挿管となった TOF の症例が 1 例あり、循環動態、合併症、再手術を原因とする再挿管はなかった。

手術室抜管を行わなかった症例において手術室抜管適応外となった理由としては ASD; 染色体異常 1 例、手術室の運営以上の理由 2 例、VSD; 中等度以上の PH 39 例、染色体異常 7 例、TOF; 染色体異常 6 例、循環動態 5 例、

人工心肺時間 2 例、房室ブロック 2 例、Glenn 手術; 低酸素血症 11 例、PH 6 例、心内の手術追加 3 例、低心機能 3 例、Fontan 手術; 低酸素血症 9 例、PH 6 例、出血 1 例、気胸 1 例であった。

3. ASD, VSD の術後クリニカルパス

対象期間中の ASD, VSD の術後クリニカルパスの適応症例は ASD 56 例、VSD 69 例であった。適応外の症例は ASD 1 例、VSD 46 例あり、ASD 1 例が染色体異常の合併、VSD のうち 29 例が中等度以上の PH、10 例が肺動脈絞扼術後、7 例が染色体異常の合併の理由によりクリニカルパス適応外となった。クリニカルパス適応症例の平均年齢、平均体重、クリニカルパス達成率を Table 3 に示す。クリニカルパスを逸脱した症例は ASD 1 例、VSD 4 例で、逸脱の原因としては炎症所見の遷延が 4 例、家庭の事情が 1 例であった。炎症所見の遷延のため逸脱となった症例で、術後 3 日目以降に発熱を認めた症例はなく、創部の感染、縦隔炎などの感染兆候を認めた症例はなかった。手術室抜管を行った症例は ASD 54 例 (96.4%)、VSD 65 例 (100%) で、手術室抜管を行わなかった ASD 2 例は手術室の時間的制約が理由で PICU に帰室してからの抜管とな

Table 2 Rate of cases extubated in operating room, and comparison cases extubated and cases nonextubated about term of PICU stay and term of hospital stay

Procedure type (No. of cases)	Rate of cases extubated in OR (No. of cases)	Term of PICU stay (day)		Term of hospital stay (day)	
		Extubated	Nonextubated	Extubated	Nonextubated
ASD (<i>n</i> =57)	94.7% (<i>n</i> =54)	1.4±0.5	2.3±0.6	5.1±0.3	5.7±1.2
VSD (<i>n</i> =115)	60.0% (<i>n</i> =69)	1.7±0.6	3.6±0.9	5.2±0.8	7.9±1.3
TOF (<i>n</i> =30)	50.0% (<i>n</i> =15)	4.2±1.1	7.0±1.6	8.9±1.4	12.9±1.9
BDG (<i>n</i> =40)	42.5% (<i>n</i> =17)	4.5±0.9	8.4±3.5	14.6±2.3	26.6±12.2
Fontan (<i>n</i> =31)	45.2% (<i>n</i> =14)	5.1±1.3	10.1±1.1	15.3±2.3	22.4±2.7

ASD, arterial septal defect ; BDG, bidirectional Glenn ; OR, operating room ; PICU, pediatric intensive care unit ; TOF, tetralogy of Fallot ; VSD, ventricular septal defect.

Table 3 Outcome of clinical pathway

Procedure type (No. of cases)	Age (year)	Body weight (kg)	Rate of cases completed (No. of cases completed)	Cause of deviation (No. of cases deviated)
ASD (<i>n</i> =56)	5.9±3.4	19.6±9.0	98.2% (<i>n</i> =55)	High CRP (<i>n</i> =1)
VSD (<i>n</i> =69)	3.5±2.5	12.7±8.1	94.2% (<i>n</i> =65)	Family reason (<i>n</i> =1) High CRP (<i>n</i> =3)

ASD, arterial septal defect ; CRP, C-reactive protein ; VSD, ventricular septal defect.

った。術後 30 日以内での再入院は退院後 8 日目でインフルエンザ脳症のため他院に入院となった ASD の症例が 1 例あった。

アンケートによる看護師のクリニカルパスに対する意識調査では、19 名中 18 名の有効回答があった。ASD, VSD のクリニカルパスの使用症例と非使用症例では使用症例のほうが管理しやすいとの回答が 17 名あり、その理由として 9 名が看護計画書などの記載が少ないためケアに集中できる、4 名が退院までの流れがわかりやすい、4 名は未記入という結果であった。クリニカルパスを用いることで仕事量が減ると感じるかとの質問では仕事量が減るとの回答が 18 名であった。また、適応疾患を拡大できると思うかという質問に対しては不可能との回答が 17 名であった。その理由としては重症例ではクリニカルパスによる看護が困難という意見が 10 名あり、パス逸脱が増えると仕事量が変わらないとの回答が 5 名、重症例では経過の予測が困難との回答が 2 名あった。

考 察

1. ITEE による術中評価

小児開心術で ITEE が導入されるようになってから、その安全性に関してさまざまな議論が行われてきた。Stevenson らは ITEE を行った 1,650 例で合併症率は 2.4% と報告しており、気道狭窄、静脈圧迫が多く、死亡につながる合併症は認めなかったため小児開心術でも安全に施行できるとしている¹¹⁾。今回のわれわれの検討では ITEE の合併症と考えられる症状を認めた症例はなく、現在の ITEE の適応基準は妥当であったと考えられる。Mart らは ITEE を行った 1.4 kg の症例を報告し、安全に施行できたとし

ている¹²⁾。Greene らの報告では、ITEE を行った 50 例のうち、重篤な合併症はなく安全であったとしているが、合併症を認めた 2 症例がいずれも 3 kg 以下の低体重であった¹³⁾。また、体重 2~5 kg の新生児、乳児を対象にした Andropoulos らの検討では重篤な合併症は認めなかったとしている¹⁴⁾。体重 2 kg 以上の症例に対する ITEE は比較的安全に施行できると考えられるが、2 kg 以下の体重では合併症のリスクに関して安全性が示されていない。

ITEE の有用性に関して Guy らは、人工心肺離脱後の ITEE 評価で残存病変を指摘され追加手技を行った症例が 5.6% であったとし、弁、流出路の評価に特に有用であったとしている。また、費用対効果についても言及しており、全症例の ITEE 費用の合計と術中に追加手技を行った症例が術後に再手術となった場合の費用では術後の再手術のほうが医療費は高くなると算出している⁴⁾。ITEE は術前の経皮的心エコーで捉えられない病変の発見、術後に遺残病変を残さないための術中評価に有用であった。今回のわれわれの検討では追加手技を行った症例は On pump 症例と Off pump 症例を合わせて 7.3% であり、再手術の回避という面で有用であったと考えられる。また、On pump 症例では Guy らの報告と同様、弁、流出路の評価で追加手技を行った症例が多く、導管、肺動脈の病変の検出が多く見られた。

また、遺残病変の発見は肺動脈、右室などの圧測定など他のモニターも有用となることがある。今回の検討では遺残病変を認め、追加手技を行った 16 例のうち 3 例は圧測定で発見されているが、病変の正確な位置、程度は圧測定では評価困難であり、遺残病変の正確な診断という意味で ITEE は効果的と考えられる。

ITEE の有用性は多くの報告により示されているが、適応基準は施設によって異なる¹⁻⁴⁾。われわれの施設では施行医の技量、経験に伴って ITEE の適応を 2.5 kg まで下げてきたが、低体重の症例ほど合併症のリスクが高くなる可能性があり、効果とリスクをそれぞれ考慮したうえで適応を決める必要がある。また、施行医の技量により術中評価に差が生じる可能性があるため、施行医のスキルアップが重要となる。当院では ITEE はおもに麻酔科医が担当しており上級医の指導のもとに全体的なレベルアップを目指している。

2. 手術室抜管

開心術後の早期抜管、手術室抜管はもともと fast track recovery program の一環として注目されるようになった。早期抜管を行うことで早期の心臓リハビリを開始し、術後の回復期間を早める狙いがある。小児開心術後の fast track もしだいに普及しつつあり、Quader らは ASD, VSD の患者を対象とした fast track の検討において術後 6 時間以内に抜管を行った群と、コントロール群で ICU 滞在期間と入院期間に有意差を認め、合併症率は変わらなかったと報告している¹⁵⁾。Mittnacht らは小児開心術後の手術室抜管に関する後方視的検討で、低年齢、低体重、術前の肺高血圧、心不全、大動脈遮断時間、人工心肺時間、21 trisomy で手術室抜管の可否に有意差を認めたと報告している¹⁶⁾。われわれの検討では手術室抜管を行った症例と行わなかった症例では ICU 滞在期間、入院期間に差があるが、コントロール群を定めておらず手術室抜管の症例と手術室抜管を行わなかった症例では手術室抜管の適応の段階で両群間に術前状態の大きな差を認めていたためと考えられる。術後リハビリを早期に行うことにより、術後の回復を早め、早期退院を目指すという考え方は理に適っているが、Alexander らが示したように、人工心肺時間が長い症例、術前に肺高血圧を認める症例、染色体異常を合併する症例に関しては術後の循環動態が変動しやすいと考えており、手術室抜管の適応から外している。体重については適応基準として数値化していないが新生児、乳児期早期の症例は基本的には手術室抜管は行っていない。手術室抜管の適応は術前状態からある程度判断はしているが、今回の検討では人工心肺離脱後の評価、術中の合併症により適応外となった症例が多く、最終的に術中、術後に適応を判断している。

薬剤の進歩、術中術後管理の進歩に伴い、手術室抜管、早期抜管は以前に比べれば安全に施行できるようになってきた。Glenn らの 1980 年の報告では早期抜管を行った患者の 13% が再挿管となっており、30 年間で成績の向上は著しいものがある¹⁷⁾。当院では、手術室抜管を行い再挿管となった症例は 1 例あり、原因は覚醒不良であった。循

環動態、再手術、合併症が原因で再挿管となった症例はなく、現在の適応基準は安全性の面では問題ないと考えている。しかし、現段階では手術室抜管率は高いとはいえず、手術室抜管率を上げるために手術時間の短縮、人工心肺時間の短縮、術中合併症の減少を心掛けて取り組む必要がある。

3. ASD, VSD の術後クリニカルパス

成人の開心術におけるクリニカルパスの導入は増加傾向にあり、コスト削減、入院日数の短縮に有用であるとの報告が多い^{9,10)}。Nikas らが行った心バイパス患者のクリニカルパス使用群と非使用群での検討では、使用群のほうが入院日数、医療費とも有意に削減でき、合併症率、再入院率は変わらなかったとしている¹⁸⁾。今回の検討では、コントロール群がないためクリニカルパス使用群と非使用群とで入院に数、医療費の単純比較はできないが、手術、術後管理が原因の再入院はなく、合併症を認めた症例はなかったため、安全に運用できる内容のクリニカルパスであると考えられる。また、クリニカルパスの達成率は ASD, VSD とともに 90% 以上を保っており、クリニカルパスの適応、基準は適切であったと考えられる。クリニカルパス逸脱の原因では逸脱した 5 症例中 4 例が CRP 値の遷延を理由にクリニカルパスを逸脱しているが、発熱などの感染兆候を認めた症例はなかった。CRP が遷延していても感染兆候を認めない症例では抗生剤内服のうえ、クリニカルパスに従い退院可能と考えられる。術後 1 週間後に抜糸のため外来受診するため、その際に採血を確認することも可能と考えられた。

アンケートによる看護師の意識調査では、94% が看護面での有用性を評価しており、否定的な意見は少数であった。カルテ記載、計画書などの記載が少ない分、ベッドサイドで直接患者と接する時間が増えることを利点と感じる看護師が多いことが分かった。また、ほとんどの看護師はクリニカルパスの適応拡大は困難と考えており、クリニカルパスの適応は重症例と明確に区別すべきとの意見が多く見られた。

小児開心術におけるクリニカルパス導入の報告がないため、文献的な比較はできないが、今回のわれわれの検討結果は、クリニカルパス達成率、入院期間、再入院、コメディカルの評価とも満足できる結果であった。しかし、重要なことは患者、家族の満足度であり、クリニカルパスを使用しながらも高い満足度が得られる内容である必要がある。今後、患者、家族からの意見をフィードバックして、クリニカルパスの内容を随時検討、更新していく必要がある。

結 語

小児開心術の周術期管理における術中経食道心エコーによる評価は遺残病変の正確な診断に有用であり、当院の適応基準で安全に施行可能であった。また、手術室抜管、クリニカルパスの適応は妥当であった。高い安全性を確保するためには、有用性のみを尊重して適応を判断するのではなく、効果とリスクを十分に考慮したうえで適応基準を定める必要がある。

文 献

- 1) Cyran, S.E., Kimball, T.R., Meyer, R.A. et al. : Efficacy of intraoperative transesophageal echocardiography in children with congenital heart disease. *Am. J. Cardiol.* **63** : 594-598, 1989.
- 2) Stumper, O.F., Elzenga, N.J., Hess, J. et al. : Transesophageal echocardiography in children with congenital heart disease : an initial experience. *J. Am. Coll. Cardiol.* **16** : 433-441, 1990.
- 3) Sharma, S., Stamper, T., Dhar, P. et al. : The usefulness of transesophageal echocardiography in the surgical management of older children with subaortic stenosis. *Echocardiography* **13** : 653-661, 1996.
- 4) Randolph, G. R., Hagler, D.J., Connolly, H.M. et al. : Intraoperative transesophageal echocardiography during surgery for congenital heart defects. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **124** : 1176-1182, 2002.
- 5) Barash, P.G., Lescovich, F., Katz, J.D. et al. : Early extubation following pediatric cardiothoracic operation : a viable alternative. *Ann. Thorac. Surg.* **29** : 228-233, 1980.
- 6) Vricella, L.A., Dearani, J.A., Gundry, S.R. et al. : Ultra fast track in elective congenital cardiac surgery. *Ann. Thorac. Surg.* **69** : 865-871, 2000.
- 7) Kloth, R.L. and Baum, V.C. : Very early extubation in children after cardiac surgery. *Crit. Care Med.* **30** : 787-791, 2002.
- 8) Marianeschi, S.M., Seddio, F., McElhinney, D.B. et al. : Fast-track congenital heart operations : a less invasive technique and early extubation. *Ann. Thorac. Surg.* **69** : 872-876, 2000.
- 9) Calligaro, K.D., Dougherty, M.J., Raviola, C.A. et al. : Impact of clinical pathways on hospital costs and early outcome after major vascular surgery. *J. Vasc. Surg.* **22** : 649-657, 1995.
- 10) Collier, P.E. : Do clinical pathways for major vascular surgery improve outcomes and reduce cost?. *J. Vasc. Surg.* **26** : 179-185, 1997.
- 11) Stevenson, J.G. : Incidence of complications in pediatric transesophageal echocardiography : experience in 1650 cases. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* **12** : 527-532, 1999.
- 12) Mart, C.R., Fehr, D.M., Myers, J.L. et al. : Intraoperative transesophageal echocardiography in a 1.4 kg infant with complex congenital heart disease. *Pediatr Cardiol.* **24** : 84-85, 2003.
- 13) Greene, M.A., Alexander, J.A., Knauf, D.G. et al. : Endoscopic evaluation of the esophagus in infants and children immediately following intraoperative use of transesophageal echocardiography. *Chest* **116** : 1247-1250, 1999.
- 14) Andropoulos, D.B., Ayres, N.A., Stayer, S.A. et al. : The effect of transesophageal echocardiography on ventilation in small infants undergoing cardiac surgery. *Anesth. Analg.* **90** : 47-49, 2000.
- 15) Quader, S.A., Sarker, R., Ahmed, F. et al. : Fast-track cardiac surgery in children, feasibility in Bangladeshi setting. *Cardiovasc. J.* **3** : 50-54, 2010.
- 16) Mitnacht, J.C.A., Thanjan, M., Srivastava, S. et al. : Extubation in the operating room after congenital heart surgery in children. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* **136** : 88-93, 2008.
- 17) Glenn, J.D., Don, H.F., Ebert, P.A. et al. : Tracheal extubation after cardiac surgery in children. *Anesthesiology* **53** : S158, 1980.
- 18) Nikas, D., Freedman, J., Luteman, A. et al. : Use of a national database to assess preoperative risk, morbidity, mortality, and cost saving in coronary artery bypass grafting. *South. Med. J.* **89** : 1074-1077, 1996.