

重症心不全を呈する小児期心筋症に対する治療戦略の検討

福嶋 教偉¹⁾, 澤 芳樹¹⁾, 市川 肇¹⁾, 松宮 護郎¹⁾
 門田 治¹⁾, 小垣 滋豊²⁾, 黒飛 俊二²⁾, 高島 成二³⁾
 堀 正二³⁾, 松田 暉¹⁾

大阪大学大学院医学系研究科臓器制御外科学¹⁾,
 小児発達医学²⁾, 病態情報内科³⁾

Key words :

小児期心筋症, 心臓移植, 渡米移植, 機械的循環補助, 左心補助人工心臓

Surgical Strategies for Children with End-stage Cardiomyopathy in Japan

Norihide Fukushima,¹⁾ Yoshiki Sawa,¹⁾ Hajime Ichikawa,¹⁾ Goro Matsumiya,¹⁾ Osamu Monta,¹⁾
 Shigetoyo Kogaki,²⁾ Shunji Kurotobi,²⁾ Seiji Takashima,³⁾ Masatsugu Hori,³⁾ and Hikaru Matsuda¹⁾

Departments of ¹⁾Surgery, ²⁾Pediatrics,
 and ³⁾Cardiology, Osaka University Graduate School of Medicine, Osaka, Japan

To investigate the roles of mechanical circulatory support (MCS) and heart transplantation (HTx) in the treatment of children with end-stage cardiomyopathy (CM) in Japan, CM children referred to our hospital for HTx from August 1990 to October 2004, were reviewed retrospectively.

Patients: The patients were 26 children (14 boys, mean age 8.2 years). The underlying cardiac diseases were dilated CM (DCM) in 17, hypertrophied CM (HCM) in 3, restrictive CM (RCM) in 5, and muscular dystrophy in 1.

Results: 20 patients (DCM 15, RCM 4, dHCM 1) were defined as HTx candidates. Seven were registered in Japan and 7 in the US. Although we prepared to send 13 children to the US, 3 died prior to registration. While awaiting HTx, 8 required MCS [6 with ventricular assist devices (VAS) and 2 with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)]. The rate of freedom from MCS or death at 1 year was 37.1%. Of 8 patients with MCS, three underwent HTx (2 with LVAS and 1 with ECMO), while one with ECMO and one with BVAS died before HTx. One could be weaned from LVAS. Eight underwent HTx (1 in Japan and 7 in the US), and seven have been well after HTx. Five patients defined as non-HTx candidates are alive as a result of alternative therapies.

Summary: Whereas HTx candidates showed a very poor prognosis unless they had HTx, HTx recipients showed prolonged survival and good quality of life. LVAS is a good treatment as a bridge not only to HTx but also to recovery in children with end-stage CM, if the patient is large enough to adopt LVAS.

要 旨

当院で心移植 (HTx) 適応を検討された小児期心筋症例を検討し, 小児期の機械的循環補助 (MCS) と HTx の役割を検討。対 象: 1990 年以来心移植目的で紹介された小児 26 例 (平均 8.2 歳, 男児 14 例)。紹介時診断は, 拡張型心筋症 (DCM) 17, 肥大型心筋症 (HCM) 3, 拘束型心筋症 (RCM) 5, 筋ジストロフィ 1。

結 果: 20 例を HTx 適応と判定 (DCM 15, RCM 4, 拡張相 HCM 1)。MCS を 8 例 (左心補助人工心臓 (LVAS) 6, ECMO 2) に装着。適応例の 1 年機械的補助・死亡回避率は 37.1%, 生存率 76.6%。13 例 (国内 6 例, 海外 7 例 (1 例重複)) をネットワークに登録し, 8 例心臓移植 (国内 1 例, 海外 7 例) 施行。拒絶反応で失った 1 例を除き 7 例は生存中。

結 語: HTx 適応判定例の予後は成人より不良であり, 小児の HTx が国内でも実施されることが期待される。

背 景

小児期の心筋症についても成人同様に, さまざまな内科的・外科的治療の開発に伴い, 治療成績も向上し

た¹⁾が, いまだにいかなる治療も無効で, 心臓移植を必要とする場合がある^{2, 3)}。しかし, わが国では 15 歳未満の脳死臓器提供が認められていないため, 小さな小児は心臓移植への道は閉ざされているのが現状である。

平成 16 年 11 月 15 日受付

別刷請求先: 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-2

平成 17 年 2 月 2 日受理

大阪大学大学院医学系研究科臓器制御外科学 福嶋 教偉

また、大きな体格の小児例であっても、わが国のドナー不足は極めて深刻であり、心臓移植までの平均待機期間は1年半を超えており、待機中に機械的循環補助 (mechanical circulatory support : MCS) を必要とする場合も少なくない^{3, 4)}。

今回、当院に心筋症 (筋ジストロフィ 1例を含む) の診断で心臓移植を目的として紹介された症例をretrospectiveに検討し、小児期の心筋症治療における心臓移植とMCSを含めた外科治療の役割について検討したので報告する。

対 象

1990年8月～2004年10月末に当院に心筋症 (筋ジストロフィを含む) の診断で、心臓移植の目的で紹介された18歳未満の26例 (臓器の移植に関する法律施行前4例) を検討の対象とした。評価時年齢は1～17歳 (平均8.2歳) で、男児14例、女児12例であった。紹介時点での診断名は、拡張型心筋症 (dilated cardiomyopathy : DCM) 17例、肥大型心筋症 (hypertrophied cardiomyopathy : HCM) 3例、拘束型心筋症 (restrictive cardiomyopathy : RCM) 5例、筋ジストロフィ 1例であった。NYHA (New York Heart Association) IV度の既往例は17例であった。

20例 (DCM 15例、拡張相HCM (dHCM) 1例、RCM 4例) を心移植適応 (rank A)、1例 (RCM) を肺高血圧のため、心肺移植適応と判定した。他の1例 (DCM) を将来移植適応 (rank B)、4例を移植非適応 (rank C) と判定した。1例は精査によりDCMではなくBland-White-Garland (BWG) 症候群と診断されたため、2例 (ともにHCM) は代替治療があるため、1例 (筋ジストロフィ) は多臓器不全 (multiple organ failure : MOF) のために移植禁忌と考えられたため、rank Cと判定された。

当院における心臓移植の適応基準は日本循環器学会心臓移植委員会の基準⁵⁾に準じたものであり、小児例では日本小児循環器学会の心臓移植適応判定ガイドンス (Table 1) に従って評価した。法制定後は可能な限りこの委員会に評価を申請し、適応と判定されたもののみ適応とした (なお、申請した症例で非適応となった症例はない)。ただし、本論文では、重症心不全を呈した心筋症の予後を検討するために、当院の検討会で適応と判定され、患児が重症であったために日本循環器学会への申請前・中に死亡した症例も適応と判定された症例とした。

概略を示すと、従来の内科的治療・外科的治療を行っても長期また入院を繰り返す心不全、または致死的不整脈を有する小児で、高肺血管抵抗、肝腎機能障害などの除外項目を合併しないものを適応とした。

Table 1 Criteria of indications for heart transplantation in children with cardiomyopathy

1. Dilated cardiomyopathy (DCM) and dilated phase hypertrophic cardiomyopathy (dHCM); Progressive deterioration in cardiac function such as below, despite optimal medical therapy (the use of beta-adrenergic blockers or angiotensin converting enzyme inhibitors is not necessary to determine an indication for heart transplantation in children).
 - 1) LVEDP > 25 mmHg
 - 2) LVEF < 30%
 - 3) Uncontrollable lethal ventricular arrhythmias
 - 4) Near-death experience
 - 5) Onset after 2 years of age
 - 6) Requirement of catecholamine infusion
2. Restrictive cardiomyopathy (RCM); Progressive deterioration in cardiac function such as below, despite optimal medical therapy.
 - 1) Signs and symptoms of lung congestion
 - 2) Greater than NYHA grade 3
 - 3) Atrial enlargement (LA/Ao > 1.5), CTR > 55%
 - 4) Signs and symptoms of congestion
 - 5) Younger onset (especially younger than 2 years old)
3. Muscular dystrophy: Same as DCM, but children with progressive respiratory dysfunction are considered an absolute contraindication. Therefore, only the Becker-type may be indicated for heart transplantation.

RCMでは早期に肺高血圧・肝硬変に進行して心臓移植の禁忌となる場合が多いので、心不全症状・所見よりも、肺・肝うっ血の所見を重要視して判定した。筋ジストロフィの多くは呼吸筋が心筋に先行して障害されるものが多く、心臓移植後の予後を左右するので、呼吸障害が徐々にしか進行しないBecker型以外は心臓移植の適応とならない場合が多い。

当院では、心臓移植適応と判定された小児に対して、臓器移植に関する法律施行前は渡米移植を、法律施行後は、体重15kg以上の小児は体重差3倍以内のドナーからの心移植がわが国でも可能⁶⁾と判断し国内移植を、体重15kg未満の小児は渡米移植を行う方針とした。海外渡航移植については、さまざまな倫理的問題・渡航資金の問題があるが、家族の希望があった場合には、患児の救命を第一と考え、可能な限り家族の意思に添えるように検討した。

また、心不全が悪化し、カテコラミンの静脈内持続投与を行っても、循環が維持できない小児 (血圧80mmHg以下、心係数21/min/m²以下、他臓器機能障害、たとえば尿量低下、総ビリルビン値上昇 (>2mg/dl) などを認める場合) をMCSの適応とした⁴⁾。これまで、体重が25kg未満では人工心臓を装着できないと考え、

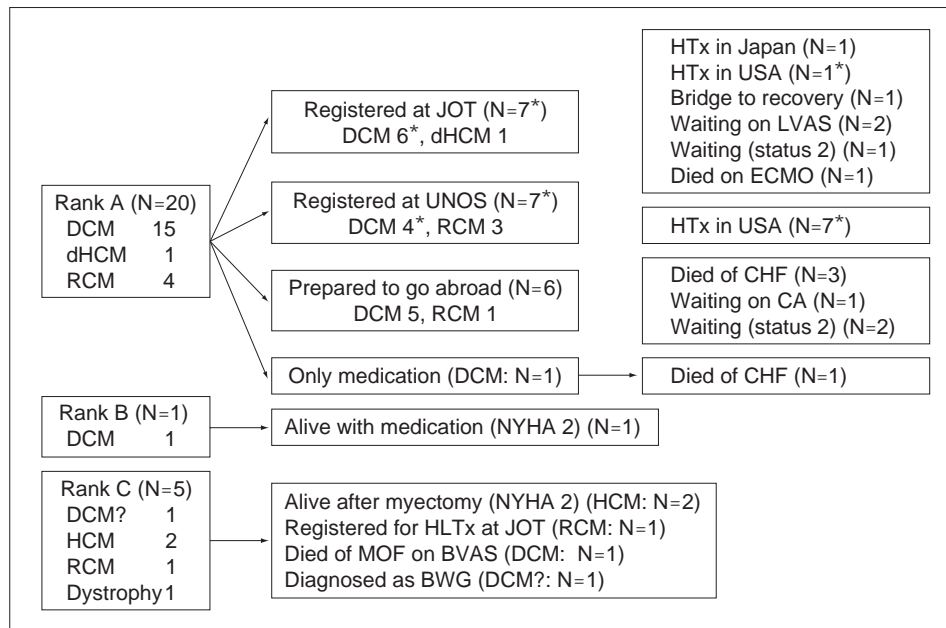


Fig.1 Flow diagram of outcomes of referred patients.

JOT: Japan Organ Transplantation Network, UNOS: United Network for Organ Sharing, DCM: dilated cardiomyopathy, HCM: hypertrophic cardiomyopathy, RCM: restrictive cardiomyopathy, HTx: heart transplantation, HLTx: heart and lung transplantation, LVAS: left ventricular assist support, BVAS: biventricular assist support, CHF: congestive heart failure, MOF: multiple organ failure, NYHA: New York Heart Association, BWG: Bland-White Garland syndrome

*: One registered at JOT first and at UNOS later.

extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) を選択してきた。しかし、ECMOでは長期生存が期待できないので、2004年10月以降は身長の高い場合には体重が20kg程度あれば国立循環器病センター型(国循型)左心補助人工心臓(left ventricular assist support: LVAS)を選択し、体表面積1.5m²以上はTCI-IP型LVASを選択することになっている。なお、国内移植が期待できない15kg未満の症例には機械的補助を施行しなかった。

統計学的検討は、予後の比較にlog-rankテストを用い、p値が0.05未満となった場合を有意とした。

結 果

Rank Aとされた20例(Fig. 1)のうち、臓器移植法施行前の検討例は2例で、1例は渡米後United Network for Organ Sharing(UNOS)に登録し心臓移植を受けた⁷⁾が、1例は渡米移植を希望せず心不全で死亡した。法施行後に検討した18例中7例を日本臓器移植ネットワーク(JOT)に登録(1例は国立循環器病センターで登録)して1例が心臓移植を受けたが、13例のうち1例は渡米後、国内登録を抹消してUNOSに登録(は家族の希望により渡米移植の準備を行い、3例が準備中に死亡したが、7例が渡米しUNOSに登録され、全例心臓移植を受けた。他の3例は渡米準備中である。JOTに非登録の11例中9

例は体重が15kg未満で国内移植が不可能のため、1例は国内での移植がまだ再開される前で家族の希望により、残りの1例はRCMでstatus 2であったが、国内で移植可能なstatus 1になる前に肝障害・肺高血圧のために心移植非適応になる可能性が高いと判断したため、国内で登録しなかった。

Rank Bと判定された1例はDCMで、β遮断剤治療下に外来通院中である。

Rank Cと判定された4例のうち、HCMの2例は、ともに中等度の心不全と胸痛を主訴としていたが、1例に左室流出路狭窄解除術を、他の1例は左室流出路狭窄解除術、のちに僧帽弁置換術を行い、心機能は改善し経過観察中である。RCMの1例は、高度肺高血圧のため、心肺移植の希望者として日本臓器移植ネットワークに登録し外来待機中である。DCMとして紹介された1例は、精査でBWG症候群と判明し、冠動脈移植術を行い、心不全は軽快し外来通院中である。

筋ジストロフィの1例は、Becker型ジストロフィと前医で診断されていたので、心臓移植適応の可能性があると考え、当院に緊急搬送した。筋生検を行って、ジストロフィの型の確定診断がついてから適応判定する予定であったが、カテコラミン持続投与でも血圧維持が困難となり、転院後4日目に国循型両心補助人工心

Table 2 Patients with mechanical circulatory support

Patients with ventricular assist support (VAS)

Case	Age	Sex	Wt (kg)	BSA (m ²)	Disease	VAS	Outcome	Support days
1	17	M	51	1.48	DCM	NCVC LVAS	Transplanted in USA	Alive 120
2	17	M	49	1.49	DCM	NCVC LVAS*	Transplanted in USA	Alive 252
3	15	M	56	1.76	DCM	TCI-IP LVAS	Bridge to recovery	Alive 686
4	12	M	50	1.43	dystrophy	NCVC BVAS	Died of MOF and respiratory disorder	Dead 30
5	13	M	46	1.62	DCM	NCVC LVAS	Waiting for HTx	Alive 197
6	7	F	18	0.83	DCM	NCVC LVAS	Waiting for HTx	Alive 48

Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

Case	Age	Sex	Wt (kg)	BSA (m ²)	Disease	ECMO	Outcome	Support days
7	3	F	12	0.56	DCM	ECMO#	Transplanted in USA	Alive 120
8	5	M	16	0.58	DCM	ECMO	Stroke	Dead 8

M: male, F: female, BSA : body surface area, DCM: dilated cardiomyopathy, RCM: restrictive cardiomyopathy, VAS: ventricular assist support, LVAS: left VAS, BVAS: biventricular assist support, ECMO: extracorporeal membrane oxygenation, MOF: multiple organ failure

*: Implanted at National Cardiovascular Center

#: Implanted at Loma Linda Medical Center

臓 biventricular assist support : BVAS)を装着した。術後無尿状態が続き透析を要したが、血行動態は安定したので、人工呼吸器からの離脱を試みたが、十分な自発呼吸が得られなかった。その後、MOFが進行し、装着後30日目に死亡した。

1. MCS症例

心臓移植適応症例の待機中に循環不全となりMCSを8例(国循環型LVAS 4例, 国循環型BVAS 1例, TCI-IP型LVAS 1例, ECMO 2例)に装着した(Table 2)。LVASの最年少例は7歳であるが、国循環型LVASを装着後心不全から脱却し、院内でリハビリしながら心臓移植待機中である。

適応症例の1年の死亡・MCS回避率は37.1%であったのに対し、適応症例の1年累積生存率は76.6%であり、小児例でも機械的補助により有意に生存率が改善していた(Fig. 2)。

国循環型VAS装着例5例中2例は装着後に渡米し心臓移植を施行したが、1例(筋ジストロフィ)は適応判定前にMOFで死亡し、他の2例はLVAS補助下に待機中である。TCI-IP型LVASを装着した1例は、装着後β遮断剤、ACE阻害剤などの内科的療法を強化し、徐々に心機能が回復し、致死的不整脈が消失したので、686日目にLVASから離脱した。現在、NYHA I度で外来通院中である。

当院でECMO装着した1例は装着後8日でMOFで死した。渡米後、Loma Linda大学(カルフォルニア州)でECMOを装着した1例は、当日にドナーが見つかり心臓移植を施行した。

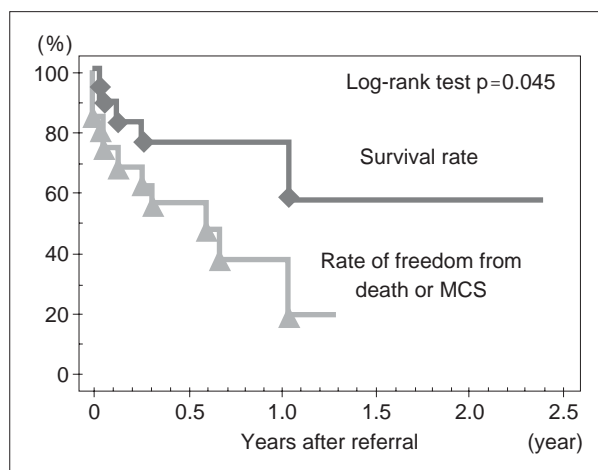


Fig. 2 Survival rate and rate of freedom from death or mechanical circulatory support in rank-A children. MCS: mechanical circulatory support

2. 心臓移植施行症例

13例をネットワークに登録(国内7例, 海外7例:うち1例は国内登録後渡米しUNOSに登録)し、8例に心臓移植(国内1例⁸⁾, 海外7例^{3,7)}, Table 3)を施行した。待機中に1例が心不全でECMO装着後に死亡し、4例は現在も待機中である(2例が国循環型LVAS装着中, 1例がbridge to recovery症例)。

心臓移植後の免疫抑制療法はいずれもシクロスポリン(CsA)を中心とした3剤併用療法で、症例4は拒絶反応のためタクロリムス(FK)に変更された。3例で当初アザチオプリン(AZP)が使用されたが、症例1は肝機能

Table 3 Heart transplant recipients

Case	Age	Sex	Disease	Current immunosuppressive regimen	Acute rejection	Status	Follow-up (months)
9	8	Male	DCM	CsA, MMF	None	School	34
1	17	Male	DCM	PRD, CsA, MMF	4 (treated)	Working	144
2	17	Male	DCM	PRD, CsA, MMF	None	Working	64
7	3	Female	RCM	PRD, FK, MMF	1 (treated)	School	40
10	2	Male	DCM	PRD, CsA, MMF	None	School	30
11	3	Female	RCM	CsA, AZP	None	At home	20
12	18	Male	DCM	PRD, CsA, MMF	None	USA	19
13	4	Female	RCM	PRD, CsA, MMF	1 (not restored)	Died	1

Case 9: transplanted in Japan, Cases 1, 2, 7, 10–13: transplanted in USA

DCM: dilated cardiomyopathy, RCM: restrictive cardiomyopathy, PRD: prednisolone, CsA: cyclosporine, MMF: mycophenolate mofetil, AZP: azathiopurine

障害のため、症例 2 は移植後冠動脈硬化症の進行予防のためにミコフェノール酸モフェチル (MMF) に変更された。他の 5 例は当初から MMF が使用された。症例 13 は、移植後 13 日目に急性拒絶反応を発症し、ステロイドパルス療法などが奏効せず、移植後 20 日目に死亡した。症例 9⁸⁾、11 では、拒絶反応を認めず、移植後 6 カ月以内にプレドニゾンから離脱できたが、他の 5 例は継続中である。

拒絶反応で死亡した 1 例以外の 7 例は経過期間 1～12 年で全例帰国し、外来通院中である。現在、1 例が自宅 (2 歳)、4 例が通園通学、2 例が就業中である。

考 察

小児の心不全についてもβ遮断剤やアンジオテンシン転換酵素阻害剤などの使用¹⁾により、徐々にではあるが治療成績も向上してきている。しかし、いまだにいかなる治療も無効で、MCS や心臓移植を必要とする場合があり、欧米では年間 400 例の小児心臓移植が行われている^{2, 9)}。

わが国においても心臓移植を必要とする小児は少ない。1998 年に西川ら¹⁰⁾によって小児心筋症の全国調査が行われたが、1993 年 1 月～1997 年末に 65 施設で経験された心筋症症例は 135 例 (DCM 96 例, HCM 12 例, RCM 10 例, その他 17 例) で、うち 65 例が経過中に死亡している。うち、心臓移植の適応と判定された症例が 61 例 (DCM 42 例, HCM 8 例, RCM 6 例, その他 5 例) で、45 例がすでに死亡し、1 年生存率は 32.5% であった。今回の解析でも 1 年の死亡・MCS 回避率は 37.1% で、諸家の成人での報告 (45～50%) や、当院で rank A と判定された成人例の 1 年の死亡・MCS 回避率 (45.2%) より予後不良であった。特に LVAS の装着できない体格での 1 年生存率は 25.4% と極めて予後不良であった。

心筋症における心臓移植の適応基準については Table 1 に示したが、β遮断剤の小児心筋症における有効性にはまだ議論の余地があるため、成人と異なり必ずしもβ遮断剤の効果を見る必要はないのが特徴である。RCM については、比較的心室の収縮能が保たれていても、心房拡大・心房圧上昇のために、肺や肝臓などの臓器が障害されるため、心室収縮能が低下する前に、心臓移植の適応を考慮することが重要である。肺高血圧が不可逆性に心肺移植しか適応がなくなり、肝硬変となれば移植そのものができなくなるため、心臓以外の臓器機能を評価することが重要である。

今回の検討でもみられたように、新生児・乳児期に DCM と診断される症例の中に、BWG 症候群や先天性大動脈弁狭窄 (縮窄・離断合併例もあり) が原因となっている場合もあり、これらの先天性心疾患との鑑別も重要である。

筋ジストロフィについては、適応基準に示したように、一般的には Becker 型に代表されるような呼吸筋障害が晩期まで来ない疾患が心臓移植の適応となる。今回の検討では、Becker 型の診断で紹介された症例が、型は不明であるが、呼吸筋障害が心筋障害に伴って進行した症例であった。このように、筋ジストロフィに対する LVAS ならびに心臓移植の適応には慎重な対応が必要であると考えられた。

本邦では 15 歳未満の意思表示が認められないため、低年齢の小児の心臓移植への道は完全に閉ざされており、海外渡航して心臓移植を受ける症例が漸増しているのが現状である。1988 年～2004 年 10 月末に、今回の 6 症例を含めて 37 例の小児 (18 歳以下) が海外渡航心臓移植を受け、心筋症が 33 例 (DCM 26 例, RCM 7 例) を占めていた¹¹⁾。小児の心筋症で心臓移植の適応となる症例は、成人に比して RCM が多いのが特徴である^{9, 11)}。急

性期に2例(拒絶反応, MOF), 遠隔期に3例(移植心冠動脈硬化症, 脳内出血, 脳梗塞)で死亡し, 2例で再心臓移植が施行されているが, 1年生存率93%, 5および10年生存率は86%で, 移植時年齢で差はなかった。現在, 生存例全例が就学または就職しており, 今回の検討や欧米の成績²⁾と同様であった。

以上からも心臓移植適応症例の予後を考えると, 心臓移植がQOLならびに延命の点で優れた治療であることは言うまでもない。しかし, 小児例でも待機期間の極めて長いわが国においては, MCSによるブリッジが重要な役割を持っている^{3, 4)}。

これまで補助手段として, 25kg未満の小さな小児ではECMOを使用してきたが, 待機期間の長いわが国では心臓移植に到達する可能性は限りなくゼロに近いので, 2004年10月から, 身長の高い症例では20kg前後であっても国循環型LVASを装着することとした。まだ1例であるが, 7歳18kgの症例でも使用できる可能性が示唆された。このように小児例であっても, MCSを適切に行えば, 予後を改善することができるので, 心不全が悪化し, カテコラミンからの離脱が困難と判断された場合には, 他臓器不全が出現する前に移植実施施設などMCSの使用経験の多い施設に紹介することが望ましい。

LVASが長期にさまざまな症例に使用されるに至り, 循環補助中に心機能が回復し, LVASから離脱し, 以後心不全の再発をみない症例が報告されている。それに伴い, LVAS装着中の不全心のremodelingが注目され, 補助人工心臓を装着時に, 組織学的に線維化・心筋細胞肥大・細胞間浮腫が軽減すること, 心筋内の種々の炎症性因子およびその遺伝子の発現が変化することが報告されており, 今後の研究が期待されている。

ベルリン大学を中心にbridge to recoveryの臨床研究¹²⁾が進められており, LVAS装着後内科的治療を行い, 左室駆出率・拡張末期径に改善(おのおの40%以上, 60mm以下)の認められた症例で, LVASの補助を徐々に減少させ, 2l/min以下の補助でも良好な場合に, LVASの離脱を試みている。LVASを装着した心筋症等94例中criteriaの満たされた28例で離脱を行い, 16%が1カ月~5.5年の間, 心機能が良好に維持できたと報告している。

欧米に比してわが国におけるドナー不足は極めて深刻であり, bridge to recoveryは一つの重要な治療戦略となりうるものと考えられる。当院でもLVAS装着後, 心不全時には投与できなかった十分量のβ遮断剤やACE阻害剤を投与し, 定期的にoff testを行い, 心機能が改善するか否かを検討している。これまでに埋め込み型LVAS装着5例(今回の1例を含む)で心収縮力の改善(左室拡張

末期径の縮小: 50mm以下, 駆出率増加: 50%以上), BNP(B-type natriuretic peptide)の正常化を認め, LVASの離脱を行った。まだ平均1年半の経過期間であるが, 全例NYHA II度以下の状態で外来通院中である。まだ検討すべき事項は多いが, 小児例心筋症でも検討すべき治療戦略の一つである。

結 語

心臓移植適応と判定した症例の予後は不良で, 1年の機械的補助・死亡回避率は37.1%であったが, 心臓移植施行例は8例の1年生存率85.7%, 生存例はすべて外来通院中であった。現在のわが国のドナー状況ではECMOでは心臓移植まで辿り着くことはほとんど不可能であり, 体格が許せばブリッジ目的のLVAS装着も積極的に施行すべきと考えられた。

【参考文献】

- 1) 片山博視, 小野安生, 松下 享: 小児の慢性心不全に対するβ遮断薬療法の現状に関するアンケート調査結果。日小循誌 2002; 18: 626-632
- 2) Boucek Jr RJ, Boucek MM: Pediatric heart transplantation. Curr Opin Pediatr 2002; 14: 611-619
- 3) 福富教偉, 宮本裕治, 大竹重彰, ほか: 当院における小児末期的心不全に対する機械的循環補助ならびに心臓移植の経験。日小循誌 2003; 19: 433-438
- 4) Duncan BW: Mechanical circulatory support for infants and children with cardiac disease. Ann Thorac Surg 2002; 73: 1670-1677
- 5) 松崎益徳, 篠山重威, 相澤義房, ほか: 慢性心不全治療ガイドライン 非薬物療法 心臓移植。Jpn Circ J 2000; 64: 1071
- 6) Fukushima N, Gundry SR, Razzouk AJ, et al: Growth of oversized grafts in neonatal heart transplantation. Ann Thorac Surg 1995; 60: 4
- 7) 松田 暉, 金香充範, 正井崇史, ほか: 補助人工心臓装着下に渡米し心移植へのブリッジに成功した拡張型心筋症の1例。日胸外会誌 1994; 42: 132-139
- 8) 松下 享, 北 知子, 三輪谷隆史, ほか: 小児に対する国内脳死後心臓移植の1症例。日小循誌 2001; 17: 738-743
- 9) Boucek MM, Edwards LB, Keck BM, et al: The Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Fifth Official Pediatric Report-2001 to 2002. J Heart Lung Transplant 2002; 21: 827-840
- 10) 西川俊郎, 佐地 勉, 井荻利博, ほか: 小児期心筋症の全国調査結果。日小循誌 2000; 16: 223-229
- 11) 福富教偉, 松田 暉: 本邦・世界における小児心臓移植の実態。松田 暉編: 小児の心臓移植・肺移植。東京, 日本医学館, 2003, pp64-71
- 12) Hetzer R, Muller JH, Weng Y, et al: Bridging-to-recovery. Ann Thorac Surg 2001; 71: S109-113