

Minimally Invasive Direct Access Valve Surgery

今 関 隆 雄*, 入 江 嘉 仁*, 片 山 康*, 木 山 宏*
村 井 則 之*, 佐 藤 康 広*, 秦 一 剋*, 権 重 好*

要 旨

Ministernotomy を中心に、同一視野で direct cannulation を行い、体外循環を行う方法で、1997年7月から、1998年5月まで、弁膜症治療23例（大動脈弁17例、僧帽弁6例）、心房中隔欠損根治術1例を施行した。死亡率は0%であった。大動脈弁置換術単独症例14例を対象とした、従来の full sternotomy による外科治療との比較では、大動脈遮断時間(分) (88.4 ± 14.8 , 103.5 ± 15.4), 術後 ICU 滞在期間(時間) (26.0 ± 8.5 , 38.1 ± 18.3), 術後気管内挿管期間(時間) (10.5 ± 6.1 , 17.6 ± 4.3), 術後在院日数(日) (14.9 ± 4.5 , 20.9 ± 2.9) が短かった。

はじめに

ここ数年さまざまな心臓血管外科領域で minimally invasive cardiac surgery (MICS, 低侵襲手術) が提唱されてきているが、未だ一般に普及されるに至っていない。特に心臓外科では、従来通りの手術が安全確実で、しかもほぼ満足すべき結果が出ていることから、外科医にとって敬遠されやすい視野の悪さや手術のやりにくさという点で普及していないと思われる。当施設では1997年7月から、小開胸（原則的に ministernotomy）で、同一視野でのカニューレションを基本として行う minimally invasive surgery を、単弁疾患を対象に、年齢を問わずに適応として良い結果を得ている¹⁾。最近では再手術症例に対しても²⁾、また心房細動に対する MAZE 手術をも適応としてきているので、結果をまとめて小開胸による弁膜症を中心とする

開心術の利点を報告する。

対 象

1997年7月から1998年5月までに行われた MICS 症例24例を検討対象とした。

MICS 24例の内訳は大動脈弁疾患16例（単弁症例：洞調律大動脈弁閉鎖不全症(AR)；9例，大動脈弁狭窄症(AS)；5例，心房細動心膜癒着症例 AR；1例，バルサルバ洞動脈瘤破裂合併 AR；1例），僧帽弁疾患7例（単弁症例：洞調律僧帽弁閉鎖不全(MR)；3例，洞調律僧帽弁狭窄(MS)再手術症例(OMC後)；1例，心房細動 MAZE 手術同時施行：MR；1例，MS；1例，心房細動 MAZE 手術三尖弁形成術同時施行：MS；1例），心房中隔欠損症例：1例であった(表1)。

これらの疾患は原則的に次のような適応と方法で皮膚切開，開胸法そして体外循環のための cannulation と心筋保護法が選択された。

適応と方法

可能な限りの小さな皮膚切開で，ministernotomy を行い，同一術野での上行大動脈送血，上下大静脈脱血による常温体外循環，順行性逆行性併用心筋保護法を原則として用いた。小開胸のため除細動パドルが入らず，胸壁にパドル（日本光電，A-Aパドル，610）を張り付けておく。

1) 弁膜症（洞結節調律）：年齢，性別は問わず，外科治療の適応となる疾患で，再手術症例も適応とする。大動脈弁，僧帽弁治療のいずれも初回手術症例では皮膚切開約8cm，胸骨上部mini-sternotomy（右側第4肋骨で離断，右内胸動脈温存）で開胸し，上行大動脈送血（3 M, Softflow：6.5 Fr, 7.0 Fr），上下大静脈脱血（DLP, 24 Fr；-50

*獨協医科大学越谷病院心臓血管外科

表1 Minimally Invasive Cardiac Surgery の24例

Aortic Valve disease n=16	
AR (sinus rhythm), n= 9 : AVR (SJM7, C-E2)	
AS (sinus rhythm), n= 5 : AVR (SJM3, C-E2)	
AR+af+adhesion, n= 1 : AVR (SJM1)	
AR+rapture of sinus valsalva aneurysm, n=1 : AVR (C-E1), Repair	
Mitral Valve disease n= 7	
MR (sinus rhythm), n= 3 : MVR (SJM1) , MVP (2)	
MS+post OMC (sinus rhythm) , n= 1 : MVR (SJM1)	
MR+af, n=1 : MVP+MAZE	
MS+af, n=1 : OMC+MAZE	
MS+TR+af, n=1 : MVR+TAP+MAZE	
Atrial Septal Defect n=1 : repair	
AR : Aortic Regurgitation, af : atrial fibrillation, MR : Mitral Regurgitaion	
OMC : Open Mitral Commissurotomy, TR : Tricuspid Regurgitation,	
TAP : Tricuspid Annulo-Plasty	

mmHgまで吸引脱血), 右側肺静脈經由左室ベント (DLP, LV vent cannule, 16 Fr) で循環を制御しながら軽度低体温 (直腸温34℃) とし大動脈遮断, 大動脈横切開にて手術を行う. 心筋保護法は, 大動脈弁狭窄の場合は順行性, 逆行性冠灌流 (Stoeckert, retroplegia cannule) を併用し (cold blood (15℃) continuous and terminal warm cardioplegia (oxygenated blood : crystalloid solution = 4 : 1, potassium-rich (8 meq/l) solution.)), 大動脈弁閉鎖不全症の場合は逆行性冠灌流で心室細動とした後, 大動脈切開を加え, 選択的冠灌流を行う. 大動脈横切開で外科治療を施行する. 僧帽弁疾患では心筋保護は順行性で心停止としたあと, septal superior approachで行うので, 直視下に冠状静脈洞から逆行性カテーテルを挿入し, 連続的に冠灌流が可能となる. 再手術症例では大動脈疾患は経験がないが, 初回手術と同様の手技で可能であると考え. 僧帽弁再手術症例では次の心房粗細動症例とほぼ同様にして行う.

2) 弁膜症 (心房粗細動) : 弁膜症治療に加えて MAZE 手術も施行するので皮膚切開は約12~13 cmで胸骨下部 ministernotomy (右側第2肋間で離断, 右内胸動脈温存) で開胸し, 上行大動脈送血, 上下大静脈脱血並びにテーピングし, 心筋保護は僧帽弁手術に準ずる. 原則的に小坂井式 MAZE 手術を施行し, 左房は両肺静脈周囲で切離, 再建する.

3) 弁膜症 (再手術) : 同一術野でのカニューレ

表2 MICS 症例の Approach による分類

aortic valve : 16	
upper partial sternotomy (right 4 ICS) ; 15	
lower partial sternotomy (right 2 ICS) ; 1 (adhesion)	
mitral valve : 7	
upper partial sternotomy (right 4 ICS) ; 3	
parasternal thoracotomy (right 3, 4, 5) ; 1	
lower partial sternotomy (right 2 ICS) ; 3 (MAZE)	

ションを心がけている. 送血は上行大動脈からが可能であるが, 脱血は狭い視野なので, 上下大静脈に2本挿入し, 頭側と尾側に固定して視野を確保する. 従来の再手術でも可及的に送脱血部位と, 弁処置のための Approach の部分だけを剥離しているが, ここではさらにそれが徹底される. 再手術での問題となる脱血カニューレ挿入部位を確保し, また場合によっては, これをテーピングするために皮膚切開は約12~13 cmで胸骨下部 ministernotomy (右側第2肋間) で到達する. 大動脈弁, 僧帽弁の治療の別は前記の通りで可能である.

この結果施行された開心術とアプローチは (表2) の通りであり, 大動脈弁疾患16例中15例に上部胸骨部分切開法が用いられ, 癒着例に下部胸骨部分切開法が適用されている. 僧帽弁疾患7例では癒着のない単弁疾患では上部胸骨部分切開法で外科処置が可能であり, 癒着例と MAZE 手術例では下部胸骨部分切開法が適用されており, 食道疾患の既往がある患者一人に旁胸骨切開が施行さ

れていた。これらのうち弁単独症例17例の患者の特徴は表3の通りであった。

このうち比較対象にし得る大動脈弁単独治療14例を対象に、MICS 開始前の full sternotomy による同様の大動脈弁単独疾患症例10例と比較して、年齢、体表面積、手術時間、体外循環時間、大動脈遮断時間、出血時間、術後挿管時間、術後 ICU 滞在時間、術後入院日数において検討した。

結 果

MICS 群は従来の胸骨正中切開法による群と比べ、結果的に体格の良い、若い患者に行われていた。手術時間、体外循環時間では両群に有意差がなかったが、MICS 群は大動脈遮断時間が有意に短く、術後気管内挿管時間が短く、ICU 滞在時間、術後在院日数も短かった。両群とも死亡例はなく、MICS 群の一例に術後出血による再開胸が認められた(表4)。

表3 弁単独疾患 MICS 症例の特徴

Aortic valve procedure : 14	
10 Male, 4 Female	
mean age : 52.6 ± 13.0 years old	
average BSA : 1.64 ± 0.16 m ²	
Mitral valve procedure : 3	
2 Male, 1 Female	
average age : 62.7 ± 8.4 years old	
average BSA : 1.51 ± 0.19 m ²	

考 案

胸骨正中切開 (full sternotomy) で開胸し、人工心肺を用いて、心停止で外科治療を行う従来の開心術に対し、小開胸で開胸し、人工心肺を使わず心拍動で冠状動脈バイパス術を行う minimally invasive direct CABG (MIDCAB)³⁾ をはじめとして、体外循環は行うものの、従来のカニューレションや大動脈遮断の方法を変えて、port access で行ったり、開胸法を mini-anterolateral Thoracotomy, mini-posterolateral thoracotomy, subxiphoid thoracotomy, parasternal thoracotomy, mini-sternotomy などで行い、心停止法や心拍動下での操作を組み合わせる minimally invasive cardiac surgery (MICS) (表5) がここ数年試されてきている。port access で行う方法は究極的には close chest surgery を目指しており^{4,5)}、内視鏡手術や、ロボットアームを使用して、従来の手術器具を用いた direct surgery とは違った発想、手技の開発が進められている。しかし port access の問題点として、表6に示すごとく逆行性冠灌流カテーテル留置、肺動脈ペントカテーテル留置はもちろん、大腿動静脈穿刺による送血脱血カニューレ留置の末梢からのアプローチの手技の不確かさがあげられ、また上行大動脈遮断に endoclamp を用いる際の危険な合併症 (aortic dissection, stroke) も含めた手技の不安定さが指摘されている⁶⁾。これに対し従来の器具設備で充分可能な direct surgery で、上行大動

表4 full sternotomy (従来) と partial sternotomy による大動脈弁置換術の比較検討

	conventional	minimally	
n	10	14	
male	3/10	4/14	
AS : AR	4 : 6	5 : 9	
BSA (cm ²)	1.50 ± 0.16	1.64 ± 0.16	p < 0.05
Age (y-o)	62.0 ± 7.2	51.1 ± 12.3	p < 0.05
ACC (min)	103.5 ± 15.4	88.4 ± 14.8	p < 0.05
CPB (min)	139.9 ± 20.4	130.9 ± 13.9	NS
Op-time (min)	263.0 ± 27.2	268.2 ± 33.4	NS
ICU (hour)	38.1 ± 18.3	26.0 ± 8.5	p < 0.05
Extube (hour)	17.6 ± 4.3	10.5 ± 6.1	p < 0.01
Discharge (day)	20.9 ± 2.9	14.9 ± 4.5	p < 0.01

mortality : 0 %, re-op (post op) : 1

ACC : Aortic Cross Clamp time, BSA : Body Surface Area,

CPB : Cardio-Pulmonary Bypass, Op-time : operation time

表5 MICSの分類

CPB	Cannulation	Heart	Approach		
			Anterior mini, parasternal, subxiphoid thoracotomy	Mini sternotomy	Full sternotomy
on	conventional	arrested	MICS	MICS	conventional
		beating	MICS	MICS	MICS
	port access	arrested	MICS	MICS	
		beating	MICS	MICS	MICS
off		beating	MIDCAB	MIDCAB	MICS

CPB : cardio pulmonary bypass, MICS : minimally invasive cardiac surgery

MIDCAB : minimally invasive direct coronary artery bypass grafting

表6 Direct SurgeryとPort accessによる体外循環のためのcannulationと補助手段の比較

#Direct Surgery return to ascending aorta or femoral artery drainage from SVC & IVC or RA (two stage) ascending aorta clamping, LV or PA vent normo grade and or retrograde cardioplegia
#Port Access Surgery return to femoral artery drainage from RA via femoral vein ascending aorta endoclamp, PA vent normo grade (via endoclamp balloon catheter) and-or retrograde cardioplegia

脈送血, 右心房ないし上下大静脈脱血が可能である mini-sternotomy で行う⁷⁻⁹⁾ことを原則とした著者らの方針は現在最も安全で, 患者にもまた外科医にも受け入れられやすい良い方法であると思われる。Direct surgeryで大事な点を列挙すると,

- 1) 上行大動脈送血カニューレ挿入の際メスが入れば続いて簡単に刺入出来る3M社製のものを使用すること。部分遮断も不要で, どの角度の大動脈でも刺入が容易である。
- 2) 下大静脈のテーピング: 下大静脈を心膜翻転部から充分剥離し, 長さを確保しておくこと。
- 3) 大動脈遮断の際ほぼポンプを停止するくらいにして大動脈をつまみ上げて遮断すること。
- 4) 大動脈弁でも僧帽弁でも弁輪を充分牽引して良い視野を得ること。
- 5) 確実な操作を心がけること。後でもう一度見

てから止血するという操作がほぼ不可能である。

まとめ

- 1) 約1年で24例の弁膜症を中心とした minimally invasive direct valve surgery を施行した。死亡率は0%で, 再開胸が1例認められた。
- 2) 再開胸による開心術や, 心房細動に対する MAZE 手術も full sternotomy を行わないで可能であった。
- 3) 14例の MICS による大動脈弁置換術と従来の full sternotomy による胸骨正中切開での大動脈弁置換術を比較すると
 - i) MICS 群の方が従来の群に比べ, 若くて, 体格の良い患者を対象にしていた。
 - ii) MICS 群の方が大動脈遮断時間, 術後気管内挿管時間, ICU 滞在時間, 術後在院日数が有意に短かった。

文献

- 1) Imazeki T, Yamada T, Irie Y, et al : Minimally invasive valve surgery with single access in 10 patients. *Circ Cont* 19 : 96-98, 1998
- 2) 今関隆雄, 入江嘉仁, 片山 康ら : Minimally invasive cardiac surgery による再手術-僧帽弁直視下交連切開術後の僧帽弁置換術-。胸部外科 51 : 123-125, 1998
- 3) Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, et al : Midterm results after minimally invasive coronary surgery (LAST Operation). *J Thorac Cardiovasc Surg* 115 : 763-771, 1998
- 4) Mack MJ, Acuff TE, Casimir-Ahn H, et al : Video-assisted coronary bypass grafting on the beating heart. *Ann Thorac Surg* 63 : S100-103, 1997

- 5) Falk V, Walther T, Autschbach R, et al : Robot-assisted minimally invasive solo mitral valve operation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 115 : 470-471, 1998
- 6) Reichenspurnet H, Gulielmos V, Wunderlich J, et al : Port access coronary artery bypass grafting with the use of cardiopulmonary bypass and cardioplegic arrest. *Ann Thorac Surg* 65 : 413-419, 1998
- 7) Svensson LG : Minimal-access "J" or "j" sternotomy for valvular, aortic, and coronary operations or reoperations. *Ann Thorac Surg* 64 : 1501-1503, 1997
- 8) Hearn CJ, Kraenzler EJ, Wallace LK, et al : Minimally invasive aortic valve surgery : anesthetic considerations. *Anesth Analg* 83 : 1342-1344, 1996
- 9) Cosgrove DM, Sabik JF : Minimally invasive approach for aortic valve operations. *Ann Thorac Surg* 62 : 596-597, 1996

Minimally Invasive Direct Access Valve Surgery

Takao Imazeki*, Yoshihito Irie*, Yasushi Katayama*, Hiroshi Kiyama*,
Noriyuki Murai*, Yasuhiro Satou*, Ikkoku Hata*, Shigeoyoshi Gon*

*Department of Cardiovascular Surgery, Koshigaya Hospital, Dokkyo University School of Medicine
Saitama, Japan

Since July 1997, 24 patients underwent minimally invasive valve surgery and atrial septal defect repair principally using partial (upper and lower) sternotomy. The cannulation for cardiopulmonary bypass was carried out in the same operative field. We investigated the 14 patients who underwent aortic valve replacement using an upper partial sternotomy by comparing with 10 patients who underwent aortic valve replacement using a full sternotomy. The results were 1) Retrospectively, the patients who underwent minimally invasive aortic valve surgery were younger ($51.1 \pm$

12.3 , 62.0 ± 7.2 years old) and had larger body surface area (1.64 ± 0.16 , 1.50 ± 0.16 m²) than conventionally operated patients. 2) Aortic cross clamp time (88.4 ± 14.8 , 103.5 ± 15.4 minutes), post operative tracheal intubation time (10.5 ± 6.1 , 17.6 ± 4.3 hours) of minimally invasive group was shorter than that of conventional group. 3) Minimally invasive aortic valve group had shorter term postoperative stay in ICU (26.0 ± 8.5 , 38.1 ± 18.3 hours) and hospital (14.9 ± 4.5 , 20.9 ± 2.9 days) than conventional aortic valve group.

Key words : MICS, Direct valve surgery, Port access surgery, Maze procedure

(*Circ Cont* 19 : 519~523, 1998)