

僧帽弁疾患に合併した心房細動に対する改良型凍結探触子による肺静脈口凍結術の検討

Pulmonary Vein Orifice Cryoablation for Atrial Fibrillation With Mitral Valve Disease Using a Specially Designed Cryo-Probe

古川 浩
小西 敏雄
深田 睦
大倉 一宏

Hiroshi FURUKAWA, MD
Toshio KONISHI, MD, FJCC
Mutsumu FUKATA, MD
Kazuhiro OKURA, MD

Abstract

Objectives. To evaluate the effectiveness of pulmonary vein orifice cryoablation (PVOC) for atrial fibrillation during mitral valve surgery.

Methods. Twenty-two patients (12 men and 10 women) with mitral valve disease complicated with atrial fibrillation have been treated by PVOC since March 2000. During the mitral valve operations, all four pulmonary vein orifices were ablated using a ball-shaped cryo-probe. A newly designed cryo-probe was used for the last seven patients. Success was defined as atrial defibrillation within 6 months after the operation.

Results. The success rate was 72.7% (16/22) of all patients, and improved from 66.6% to 85.7% (6/7) in the patients treated with the new cryo-probe. The mean left atrial dimension was smaller (50.2 ± 4.1 vs 61.5 ± 9.4 mm, $p < 0.01$) and the duration of atrial fibrillation was also shorter (27.2 ± 42.8 vs 138.0 ± 95.6 months, $p < 0.01$) in the successful group.

Conclusions. PVOC with mitral valve surgery is a simple and less invasive procedure, so could be an effective option for atrial fibrillation.

J Cardiol 2006 May; 47(5): 239-243

Key Words

- Atrial fibrillation
- Valvular disease (mitral valve)
- Cardiac surgery (pulmonary vein orifice cryoablation)

はじめに

心房細動の外科治療は1991年のCoxら¹⁾によるメイズ手術の出現以後、変遷を遂げてきた。その主たる流れは手技の簡略化であり、手術器具も進化した²⁻⁷⁾。

当施設でも、僧帽弁疾患に合併する心房細動に対する外科治療として肺静脈口凍結術 (pulmonary vein orifice cryoablation) を採用して以来、ほぼ全例に施行している。その理由は、心房切開を多用せず、手術を低侵襲化することにある。凍結には専用の探触子を使用するが、肺静脈内からの血液により凍結効率が低下することも不成功例の一因と考え、凍結用探触子に独

自の改良も加えた。

肺静脈口凍結術の評価が唱えられてきた経緯の中で、当施設における成績を省み、その有効性を中心に検討する。

対象と方法

2000年3月以降の心房細動を有する待機的僧帽弁疾患22例を対象とした (Table 1)。平均年齢は 60.2 ± 12.1 (範囲32-75)歳、男女比は1.2、確認できた平均心房細動罹患期間は 54.9 ± 75.5 (範囲1-240)か月、平均術前左房径は 53.3 ± 7.7 (範囲40-78)mm、平均心胸郭比は 56.8 ± 7.0 (範囲45-75)%であった。僧帽弁病

横浜労災病院 心臓血管外科: 〒222-0036 横浜市港北区小机町3211

Department of Cardiovascular Surgery, Yokohama Rosai Hospital, Yokohama

Address for correspondence: FURUKAWA H, MD, Department of Cardiovascular Surgery, Yokohama Rosai Hospital, Kozukue 3211, Kohoku-ku, Yokohama 222-0036; E-mail: hmfurukawa@yahoo.co.jp

Manuscript received May 23, 2005; revised December 17, 2005; accepted February 1, 2006

Table 1 Patient characteristics

Patient No.	Age(yr)sex	Valve disease	Operation	Duration of AF(month)	LAD(mm)	CTR(%)
Conventional probe						
1	67/M	MR	MVR	5	49	48
2	60/F	MS,TR	MVR, TAP	96	59	58
3	66/F	MR	MVP	Unclear	56	67
4	48/M	MS, TR	MVR, TAP	19	53	45
5	59/F	MS, TR	MVR, TAP	5	49	61
6	69/M	MR	MVR	2	40	50
7	32/M	MR, TR	MVR, TAP	36	47	51
8	56/M	MR, TR	MVP, TAP	36	59	52
9	67/F	MS	MVR	108	48	52
10	39/M	MR, TR	MVP, TAP	6	57	61
11	63/F	MS, AR	MVR, AVR	1	47	56
12	60/M	MS	MVR	3	47	58
13	68/M	MR, TR	MVR, TAP	78	66	58
14	70/F	MR, TR	MVR, TAP	240	52	75
15	69/M	MS, TR	MVR, TAP	Unclear	78	60
New probe						
16	36/F	MS, AR	MVR, AVR	36	51	55
17	64/F	MS, AS	MVR, AVR	2	50	58
18	70/F	MR, TR	MVR, TAP	1	51	68
19	65/M	MS, TR	MVR, TAP	144	53	58
20	75/F	MR	MVR	240	55	57
21	72/M	MR	MVR	4	54	53
22	49/M	MR, TR	MVP, TAP	36	52	50

AF = atrial fibrillation ; LAD = left atrial dimension ; CTR = cardiothoracic ratio ; M = male ; F = female ; MR = mitral regurgitation ; MS = mitral stenosis ; TR = tricuspid regurgitation ; AR = aortic regurgitation ; MVR = mitral valve replacement ; MVP = mitral valve plasty ; TAP = tricuspid annuloplasty ; AVR = aortic valve replacement.



Fig. 1 Specially designed cryo-probe

The diameter was enlarged to 25mm to cover the pulmonary vein orifices, and the suction tube was inserted through the center ball to allow drainage of the blood from each pulmonary vein.

変は狭窄10例，閉鎖不全12例で，術式は置換18例，形成4例を行った．そのほかに併施手術は三尖弁輪縮術を11例に，大動脈弁置換術を3例に施行した．

全例に上行大動脈送血，上大静脈と下部右房脱血による体外循環下に心停止とし，上部経中隔アプローチにより左房に達した．僧帽弁手術と同時に肺静脈口凍結術用探触子により各肺静脈口を - 60℃で3分間ずつ凍結した．当初は直径20mmの球形チップの探触子を使用し，肺静脈口に嵌入させて凍結した．しかし，16例目以降の7例には改良したチップを使用した (Fig. 1) ．主な改良点は肺静脈口を左房の一部を含めて広く被う大きさ(直径25mm)に拡大した．また，凍結中に肺静脈から流出する血液を吸引するためのサクシオンチューブを挿入可能とし，凍結効率を向上させた．左心耳は凍結せず，内側より縫合閉鎖して血栓形

Table 2 Comparison between SR group and AF group

	SR group [n = 16 (72.7%)]	AF group [n = 6 (27.3%)]	p value
SR at discharge	9	0	
Inc-AT	7	0	
PMI	2	1	
Age(yr)	257.8 ± 12.9	166.3 ± 7.0	NS
Male	9	3	NS
LAD(mm)	50.2 ± 4.1	61.5 ± 9.4	< 0.01
Duration of AF(month)	27.2 ± 42.8	138.0 ± 95.6	< 0.01
CTR(%)	55.6 ± 6.5	60.0 ± 7.8	NS
MS	8	2	NS

Continuous values are mean ± SD.

SR = sinus rhythm; Inc-AT = incisional atrial tachycardia; PMI = pacemaker implantation. Other abbreviations as in Table 1.

成予防のみに留めた。

判定は術後6ヵ月以降の心電図で心房細動ではない例を成功とした。抗不整脈薬の内服例、恒久式ペースメーカー植え込み症例も、心房細動でなければ成功とした。

統計的解析にはStatView J-5.0プログラムを用い、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

結 果

成功率は退院時には40.9%(9/22例)であったが、術後6ヵ月までに72.7%(16/22例)に達した(Table 2)。成功例のうち経過中に心房粗動が7例(31.8%)に発生した。電気生理学的研究の結果、全例が右房切開線の原因とするincisional心房頻拍と判明した。カテーテル・アブレーションにより6例は洞調律に復したが、1例は洞不全症候群となった。

恒久式ペースメーカー植え込み術を3例(13.6%)に実施した。その原因は完全房室ブロック1例、上記の洞不全症候群が1例、徐脈性心房細動が1例であった。徐脈性心房細動の1例以外は除細動されていたため、成功とした。

非成功例やincisional心房頻拍発生例に第一選択の抗不整脈薬としてアミオダロンを投与し、後に成功に転化した例では投与中止を心掛けた。その結果、成功の16例中で投与継続は7例(31.8%)となった。

Table 3 Comparison between conventional and new probe

	Conventional probe (n = 15)	New probe (n = 7)	p value
SR	10(66.6%)	6(85.7%)	0.61
LAD(mm)	53.8 ± 9.3	52.2 ± 1.8	0.67
Duration of AF(month)	48.8 ± 68.7	66.1 ± 91.6	0.63

Continuous values are mean ± SD.

Abbreviations as in Tables 1, 2.

成功率に影響する術前因子として、左房径拡大(平均50.2 ± 4.1 vs 61.5 ± 9.4 mm, $p < 0.01$)と心房細動罹患期間(27.2 ± 42.8 vs 138.0 ± 95.6ヵ月, $p < 0.01$)に有意差が認められた。

凍結用探触子改良前後の成績を比較すると(Table 3), 成功率は66.6% から85.7%(6/7例)と改善したが、有意差は認められなかった。

考 案

肺静脈口には肺静脈内皮細胞と左房心内膜細胞という電気生理的性質が異なる細胞同士が混在する移行帯があり、心房細動の契機となる異常興奮の94%がここから発生するという報告がある⁸⁾。それが事実とすれば、肺静脈口凍結術の成功率は94%にまで期待できるが、結果は長谷川ら⁹⁾の報告と同様に70%前後に留まった。その理由として、1) アブレーションが不十分、2) 心房筋の変性やリモデリングが不可逆性、3) 肺静脈口以外にも異所性興奮が発生する割合が高い、などが考えられる。我々はまず1)の解決策として、探触子の凍結効率の改良を試み、成功率の向上を図った。現在まで術後に肺静脈狭窄をきたした症例はない。

術後に発生しうるincisional心房頻拍が当施設でも7例(31.8%)に認められた¹⁰⁾。上部経中隔アプローチによる影響も考えられるが、今後は予防として右房切開線を三尖弁輪にまで延長する方法なども検討される。

恒久式ペースメーカー植え込みとなった原因は、弁手術が直接影響したと思われる完全房室ブロック、洞不全症候群、徐脈性心房細動残存などであったが、いずれも肺静脈口凍結術または心房切開によるものではなかった。

心房細動に対する外科治療の成否判定基準としては Melo ら¹¹⁾による Santa Crus Score などがあるが、我々は Gillinov ら¹²⁾を参考にした。とくに6ヵ月後という判定期間は、心房切開線の創傷治癒および心臓全体の電気生理学的安定に要する期間と考えた。しかし、洞調律に復しても心房収縮機能の評価は重要であり、心エコー図法や磁気共鳴画像による評価法^{13, 15)}も検討に値しうる。

結 論

僧帽弁疾患に合併した心房細動患者22例に対し肺静脈口凍結術を僧帽弁手術時に併せて施行した。除細動は72.7%に成功した。後期の症例には凍結効率を向上した改良探触子を使用したところ、成功率は85.7%に改善した。

肺静脈口凍結術は簡易で低侵襲であり、僧帽弁手術と併施する術式として有用な選択肢であると考えられた。

要 約

目的: 僧帽弁疾患に合併する心房細動に対する肺静脈口凍結術の成績を報告し、その有用性を考察する。

方法: 2000年3月以降に、心房細動を有する待機的僧帽弁疾患手術患者22例(男性12例, 女性10例)に肺静脈口凍結術を施行した。僧帽弁に対する手技中に、各肺静脈口を球状の凍結探触子を使用して凍結し、後半の7例には探触子に改良を加えた。判定は術後6ヵ月以降の心電図により心房細動の消失した例を成功とした。

結果: 全体の成功率は72.7%(16/22例)で、探触子改良前後では66.6%から85.7%(6/7例)と改善がみられたが、統計的有意差は認められなかった。成功群と不成功群では術前左房径と心房細動罹患期間に有意差が認められた(50.2 ± 4.1 vs 61.5 ± 9.4 mm, $p < 0.01$, 27.2 ± 42.8 vs 138.0 ± 95.6 ヵ月, $p < 0.01$)。

結論: 肺静脈口凍結術は、簡便で低侵襲であり、僧帽弁疾患に合併した心房細動に対する有用な選択肢と考えられた。

J Cardiol 2006 May; 47(5): 239 - 243

文 献

- 1) Cox JL: The surgical treatment of atrial fibrillation: IV. Surgical technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; **101**: 584 - 592
- 2) Cox JL, Jaquiss RDB, Schuessler RB, Boineau JP: Modification of the maze procedure for atrial flutter and atrial fibrillation: II. Surgical technique of the maze III procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; **110**: 485 - 495
- 3) Kosakai Y, Kawaguchi A, Isobe F, Sasako Y, Nakano K, Eishi K, Kito Y, Kawashima Y: Modified maze procedure for patients with atrial fibrillation undergoing simultaneous open heart surgery. *Circulation* 1995; **92**(Suppl): 359 - 365
- 4) Sueda T, Nagata H, Shikata H, Orihashi K, Morita S, Sueshiro M, Okada K, Matsuura Y: Simple left atrial procedure for chronic atrial fibrillation associated with mitral valve disease. *Ann Thorac Surg* 1996; **62**: 1796 - 1800
- 5) Sie HT, Beukema WP, Misier AR, Elvan A, Ennema JJ, Haalebos MM, Wellens HJ: Radiofrequency modified maze in patients with atrial fibrillation undergoing concomitant cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001; **122**: 249 - 256
- 6) Williams MR, Argenziano M, Oz MC: Microwave ablation for surgical treatment of atrial fibrillation. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2002; **14**: 232 - 237
- 7) Maessen JG, Nijs JF, Smeets JL, Vainer J, Mochtar B: Beating-heart surgical treatment of atrial fibrillation with microwave ablation. *Ann Thorac Surg* 2002; **74**: S1307 - S1311
- 8) Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Le Mouroux A, Le Metayer P, Clementy J: Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998; **339**: 659 - 666
- 9) 長谷川豊, 金子達夫, 江連雅彦, 坂田一宏, 吉田浩紹, 木村知恵里, 内藤滋人: 心房細動に対する肺静脈入口部冷凍凝固術(PVOC)の手術成績. *心臓* 2003; **35**: 15 - 16
- 10) Usui A, Inden Y, Mizutani S, Takagi Y, Akita T, Ueda Y: Repetitive atrial flutter as a complication of the left-sided simple maze procedure. *Ann Thorac Surg* 2002; **73**: 1457 - 1459
- 11) Melo JQ, Neves J, Adragao P, Ribeiras R, Ferreira MM, Bruges L, Canada M, Ramos T: When and how to report

- results of surgery on atrial fibrillation. Eur J Cardiothorac Surg 1997; **12**: 739 - 745
- 12) Gillinov AM, Blackstone EH, McCarthy PM: Atrial fibrillation: Current surgical options and their assessment. Ann Thorac Surg 2002; **74**: 2210 - 2217
- 13) Feinberg MS, Waggoner AD, Kater KM, Cox JL, Perez JE: Echocardiographic automatic boundary detection to measure left atrial function after the maze procedure. J Am Soc Echocardiogr 1995; **8**: 139 - 148
- 14) Bauer EP, Szalay ZA, Brandt RR, Pitschner HF, Bachmann G, Brunner-La Rocca HP, Klovekorn WP: Predictors for atrial transport function after mini-maze operation. Ann Thorac Surg 2001; **72**: 1251 - 1254
- 15) Itoh T, Okamoto H, Nimi T, Morita S, Sawazaki M, Ogawa Y, Asakura T, Yasuura K, Abe T, Murase M: Left atrial function after Cox's maze operation concomitant with mitral valveoperation. Ann Thorac Surg 1995; **60**: 354 - 359