

양극고주파전극과 냉동프로브를 이용한 지속성 심방세동의 수술 결과 — 절개/봉합술식과 비교 —

이미경* · 최종범** · 이정문** · 김경화** · 김민호**

Result of Cox Maze Procedure with Bipolar Radiofrequency Electrode and Cryoablator for Persistent Atrial Fibrillation — Compared with Cut-sew Technique —

Mi-Kyung Lee, M.D.*, Jong-Bum Choi, M.D.**, Jung-Moon Lee, M.D.**, Kyung-Hwa Kim, M.D.**, Min-Ho Kim, M.D.**

Background: The Cox maze procedure has been used as a standard surgical treatment for atrial fibrillation for about 20 years. Recently, the creators have used a bipolar radiofrequency electrode (Cox maze IV procedure) instead of the incision and suture (cut-sew) technique to make atrial ablation lesions for persistent atrial fibrillation. We investigated clinical outcomes for the Cox maze procedure with a bipolar radiofrequency electrode and cryoablator in patients with persistent atrial fibrillation, and compared results with clinical outcomes of the cut-sew procedure. **Material and Method:** Between April 2005 and July 2007, 40 patients with persistent atrial fibrillation underwent Cox maze IV procedure with a bipolar radiofrequency electrode and cryoablator (bipolar radiofrequency group). Surgical outcomes were compared with those of 35 patients who had the cut-sew technique for the Cox maze III procedure. All patients had concomitant cardiac surgery. Postoperatively, the patients were followed up every 1 to 2 months. **Result:** At 6 months postoperatively, the conversion rate to regular sinus rhythm was not significantly different between the two groups: 95.0% for the bipolar radiofrequency ablation group; 97.1% for the cut-sew technique (p=1.0). At the end of the follow-up period, the conversion rate to regular sinus rhythm was also not significantly different (92.5% vs. 91.6%, p=1.0). In multivariate analysis using a Cox-regression model, the postoperative atrial dimension was an independent determinant of sinus conversion in the bipolar radiofrequency ablation group (hazard ratio 31, p=0.005). In the Cox-regression model for both groups, atrial fibrillation at 6 months postoperatively (hazard ratio 92.24, p=0.003) and the postoperative left atrial dimension (hazard ratio 16.05, p=0.019) were independent risk factors of continuance or recurrence of atrial fibrillation after Cox maze procedures. Aortic cross-clamp time and cardiopulmonary bypass time were significantly shorter in the radiofrequency group than in the cut-sew group. **Conclusion:** In the Cox maze procedure for patients with persistent atrial fibrillation, the use of bipolar radiofrequency ablation and a cryoablator is as good as the cut-sew technique for conversion to sinus rhythm. The postoperative left atrial dimension is an independent determinant of postoperative continuance and recurrence of atrial fibrillation.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2009;42:710-718)

Key words: 1. Arrhythmia surgery
2. Surgical instruments
3. Outcome assessment

*원광대학교 의과대학 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Wonkwang University School of Medicine

**전북대학교 의과대학 전북대학교병원 흉부외과학교실

Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Chonbuk National University Hospital, Chonbuk National University Medical School

논문접수일 : 2009년 5월 15일, 논문수정일: 2009년 6월 3일, 심사통과일 : 2009년 6월 4일

책임저자 : 최종범 (561-712) 전북 전주시 덕진구 금암동, 전북대학교병원 흉부외과

(Tel) 063-250-1486, (Fax) 063-250-1480, E-mail: jobchoi@cuh.co.kr

본 논문의 저작권 및 전자매체의 지적소유권은 대한흉부외과학회에 있다.

Table 1. Clinical characteristics of patients undergoing Cox-maze procedures for atrial fibrillation with cut-and-sew technique and bipolar radiofrequency ablation

	Cut-sew group	BRF group	p-value
Operation period	Feb 1999 ~ Dec 2005	Apr 2005 ~ Jul 2007	
Patient no (M/F)	35 (14/21)	40 (19/21)	0.64
Age (yr) (range)	55.1±10.2 (25 ~ 71)	56.5±9.6 (41 ~ 70)	0.55
AF duration (mon) (range)	42.1±27.4 (5 ~ 128)	35.2±3.2 (4 ~ 144)	0.35
Predominant mitral lesion			1.0
MS dominant group	20 (57.1%)	22 (55.0%)	
MR dominant group	12 (34.3%)	15 (37.5%)	
Other cardiac disease	3 (8.6%)	3 (7.5%)	
Cases studied till FU endpoint	24 (68.6%)	33 (82.5%)	0.184
Follow-up (mon)	69.7±26.3	26.6±11.1	<0.001

AF=Atrial fibrillation; BRF=Bipolar radiofrequency ablation; FU=Follow-up; MR=Mitral regurgitation; MS=Mitral stenosis.

서론

심방세동은 승모판막 질환 및 다른 심장질환과 가장 많이 동반되는 부정맥으로, 전신 색전증을 합병하여 사망에 이르게 하는 심장질환 사망의 중요한 인자로 작용한다 [1,2]. Cox 등[3]이 고안한 maze-III 수술은 내과적으로 치료되지 않는 심방세동의 가장 표준적인 외과적 치료방법이지만, 판막수술과 같이 시행되는 경우 심방의 과도한 절개로 봉합시간이 길어지고 다량의 출혈로 수혈량도 증가할 수 있다. 최근 절개를 하지 않고 전도를 차단할 수 있는 양극고주파전극이 나와 심방세동수술이 간편하고 수술시간도 짧아졌으며 수술결과도 우수하였다[4-6]. 저자들은 근본적인 심장질환의 수술과 같이 시행되는 심방세동 수술에서 절개선을 줄이고 수술의 복잡성을 줄이고자 양극고주파전극과 냉동프로브를 사용하여 수술하였고 그 중단기적 성적을 이미 시행된 절개-봉합법의 결과와 비교하여 그 수술효과를 알아보았다.

대상 및 방법

1) 대상환자

2005년 4월부터 2007년 7월까지 40예(남 19예, 여 21예)

Table 2. Perioperative findings

	Cut-sew (n= 35)	Group (n=40)	BRF group	p-value
Valve operation				0.8
No		3 (8.6%)	2 (5.0%)	
Mitral valve op (±TAP)		21 (60.0%)	24 (60.0%)	
Mitral + Aortic valve op		11 (31.4%)	13 (32.5%)	
Aortic valve op		0	1 (2.5%)	
Tricuspid annuloplasty		17 (48.6%)	21 (52.5%)	0.81
Both atrial maze op		22 (62.9%)	36 (90%)	0.006
Left atrial dimension				
Preoperative (mm)		56.2±9.1	53.4±9.4	0.063
Postoperative (mm)		46.0±8.3	45.3±9.7	0.398
Postoperative LA thrombus		1	1	
Permanent pacemaker		1	1	

Mean±SD. LA=Left atrium; BRF=Bipolar radiofrequency ablation; op=Operation; TAP=Tricuspid annuloplasty.

의 환자들에서 근본적인 심장질환의 수술과 함께 동반된 지속성(persistent) 심방세동을 치료하기 위해 양극고주파전극과 냉동프로브를 이용하여 심방세동 수술(Cox-maze IV)을 하였다. 수술 이후 모든 환자들에서 심방세동의 지속 및 재발에 대해 조사해왔으며, 그 결과를 1999년 2월부터 2005년 12월까지 절개-봉합법으로 Cox-maze III 수술을 받은 35예(남 14예, 여 21예)의 결과와 비교하였다. 2005년에는 절개-봉합법에서 양극고주파전극의 사용으로 이행하는 시기로 두 수술방법이 모두 이용되었다. 두 군간에 성별, 연령, 심방세동의 기간, 판막수술 범위, 삼첨판막성형술의 비율, Cox-maze 수술의 범위(양측심방/좌심방 국한), 수술 전 좌심방의 크기에서 차이가 없었다(Table 1, 2). 연구 대상은 심장수술 전 지속적인 심방세동을 가지고 있는 환자들이며, 발작성(paroxysmal) 심방세동 환자들은 본 연구에서 제외되었다. 두 수술법의 시행시기가 달라 추적기간은 차이가 있었다. 동반 심장수술로서 승모판막 수술은 절개-봉합군에서 91.4% (32예), 양극고주파전극군에서 95.5% (38예) 시행되었고, 대동맥판막 수술도 각각 31.4% (11예), 35.0% (14예)에서 시행되었다. 삼첨판막성형술은 각각 48.6% (17예), 52.5% (21예)에서 시행되었다. 판막수술을 받지 않은 환자들은 각각 3예(8.6%)와 2예(5%)로 심방중격결손 및 삼첨판부전증(3예), 심방점액종 절제술(1예)과 관상동맥우회술(1예)이었다(Table 2).

부정맥을 처음 느낀 시간을 기준으로 하여 심방세동의

발생시간을 추정하였고, 심장초음파 검사로 좌심방 및 심실의 내경 및 구혈률을 측정하였다. 수술 후에 class I이나 III의 항부정맥제는 사용하지 않았으며, 심방 재구조(atrial remodeling)를 예방하고자 모든 환자에서 100~120 mmHg의 수축기 압을 유지할 목적으로 Valsartan (20~100 mg/day)을 지속적으로 투여하였다.

2) 수술 방법

(1) 양극고주파전극(bipolar radiofrequency electrode)과 냉동프로브(cryoablator)를 이용한 심방세동 수술: 심방세동수술을 근본 심장수술과 같이 시행하기 위하여 상행대동맥에 동맥관, 상하 대정맥에 분리된 두 정맥관을 삽입하여 저체온(25~28°C)법으로 체외순환을 시행하였다. 좌우 심장의 섀트가 없는 환자들에서는 체외순환 하에 체온을 내리는 동안 우심방 아래 2/3에 해당하는 부위에 횡절개를 가하여 우심방 maze 수술을 시작하였다. 심실세동을 유도하고 우 상폐정맥 주위 심방간 홈을 따라 작은 절개를 가하여 좌심방과 좌심실을 감압하고 상행대동맥을 클램프한 다음, 저온 혈성심정지액을 투여했다.

Cox maze-IV 수술에서 maze를 만들기 위한 전도차단선(ablation line) 방법으로 양극고주파전극(bipolar radiofrequency electrode; Medtronic Cardioblate BP Surgical Ablation System, Medtronic, Inc, Minneapolis, Minn)과 냉동프로브(cryoprobe; Corpersurgical, Trumbull, CT, U.S.A)를 사용하였다. 우심방 2/3 하방에서 후방 심방중격연으로부터 전방 AV groove까지 전후로 절개하고, 좌심방(left atrial appendage)과 우심방(right atrial appendage)을 절제하였다. 횡절개의 AV groove로부터 삼첨판륜까지, 그리고 우심방으로부터 삼첨판륜까지 전도 차단병변은 우 관상동맥 손상을 막기 위해 냉동프로브를 사용하였고 각각 1분 30초씩 열렸다. 우심방으로부터 우심방벽, 난원공 뒤의 후방 심방중격, 우심방 횡절개선의 후단으로부터 상대정맥과 하대정맥까지의 4군데의 전도차단에는 양극고주파전극으로 허용된 사용시간(제조사에서 규정한 시간)보다 40초를 더 사용하고 한곳의 전도차단을 위해 2.0 mm의 간격으로 2개의 전도차단선을 만들었다. 우심방의 maze 수술이 끝난 뒤 승모판막 수술을 위한 좌심방절개선을 아래로는 관상정맥동 가까이로 연장하고 이 절개선에서 승모판막 후판륜까지 심방 안과 밖의 같은 선상에서 냉동프로브로 각각 1분 30초씩 열렸다. 이때 심방 밖의 냉동프로브의 적용은 심방벽과 관상정맥동의 전도를 동시에 차단하기 위한 목적이다. 폐정맥 주위에 maze를 만들기 위해 양극고주파전극을 좌심방절

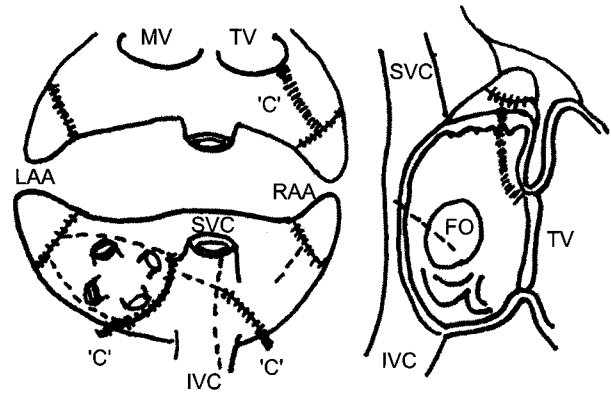


Fig. 1. The BRF maze IV procedure. Left=Epicardial views of the atria; Right=Endocardial view of the right atrium; 'C' (line with cross bars)=Cryoablation; Solid line with cross bars=Incision and suturing; Dotted line=Bipolar radifrequency ablation; FO=Fossa ovalis; IVC=Inferior vena cava; LAA=Left atrial appendage; MV=Mitral valve; RAA=Right atrial appendage; SVC=Superior vena cava; TV=Tricuspid valve.

개선의 상단에서 transverse sinus를 통해 좌심방의 절제 구멍까지 넣어 우심방에서와 같은 방법으로 전도차단선을 만들고, 좌심실을 들어올려 좌심방의 좌측벽을 노출하여 좌심방의 절제 구멍에 양극고주파전극을 넣어 좌심방의 좌측 벽에 전도차단선을 만들었다. 심장을 제자리로 위치시키고 좌심방절개선 하단으로부터 좌측 벽에 만들어진 전도차단선의 하단까지 양극고주파전극으로 전도차단선을 만들었다(Fig. 1). 모든 maze 폭은 2.0인치(약 5.0 cm) 미만이 되게 하였다. 좌심방은 endoscopic stapler를 이용하여 기저부에서 절단하여 폐쇄하거나 기저부의 7.0~8.0 mm만을 남기고 절제한 다음 4-0 또는 5-0 polypropylene 봉합사로 이중 연속으로 봉합하였다. Maze 수술이 끝난 뒤 동반 심장 수술을 시행하였다.

(2) 절개-봉합법을 이용한 Cox-maze III 수술: Cox 등 [3]이 보고한 maze III 수술방법을 그대로 이용하였으며 우심방 확장 및 삼첨판막부전증이 없는 환자들에서는 우심방 maze 수술을 하지 않거나 삼첨판막륜으로부터 후 심방중격 가까이까지 우심방벽을 횡으로 절개하고 이 횡절개의 전단에서 삼첨판륜까지 2분간 냉동프로브로 열렸다. 관상정맥동의 안쪽과 바깥쪽의 전도 차단에는 양극고주파전극군에서와 같이 냉동프로브를 이용하였다.

우심방 maze 수술을 완전히 시행하지 않은 환자는 절개-봉합군에서 13예(37.1%)였고, 양극고주파전극군에서는 4예(10%)였다(Table 2).

3) 수술결과의 판정

퇴원 후 모든 환자는 수술 후 1년 동안은 1개월마다 외래에서 심전도로 추적 조사하였고 그 이후에는 1.5~2개월마다 조사하였다. 외래에서 정규 동리듬인데도 가끔 빈맥을 호소하는 환자들에서는 24시간 Holter monitor를 시행하였다. 퇴원 시 정규리듬(junctional rhythm 포함)을 보인 경우를 ‘조기 전환(immediately postoperative conversion)’이라 정의하였고, 수술 6개월에 외래에서 정규심방리듬을 보인 경우를 ‘전환’으로, 심방세동을 보인 경우에는 ‘심방세동의 지속(continuance of atrial fibrillation)’으로 정의하였다. 추적 끝 시점(endpoint of follow-up)에 심방세동을 보인 경우를 ‘재발(return of atrial fibrillation)’로 정의하였다.

4) 심방세동의 지속 및 재발에 대한 위험인자 분석

심방세동의 재발 및 지속의 원인인자를 찾고자, 환자 개별 사항(성별, 연령, 심방세동의 기간), 수술방법(maze 수술의 변형여부, maze 수술의 완성도, 삼첨판수술의 여부, 판막 수술의 여부), 수술결과(퇴원 시 정규리듬의 여부, 수술 6개월에 정규리듬의 여부), 수술 전후의 심초음파검사 소견(수술 전후 좌심방의 내경, 수술 전후 좌심실 확장 시 내경, 좌심실 구혈률)에 대해 단변량 및 다변량 분석을 시행하였다. 심장 초음파 검사는 수술 후 1~2주일에 시행하였고 이 때의 소견을 수술 후 소견으로 하였다.

5) 통계처리

연속변수는 평균±표준편차로 나타냈고, 연속변수 및 비연속변수의 비교를 위해서 Student t test, Mann-Whitney U test, Fisher's exact test, X² test가 이용되었다. 심방세동의 지속 및 재발의 위험인자에 대한 단변량 및 다변량분석을 위해 Cox-regression 모델이 이용되었다. 수술 후 심방세동의 지속 및 재발에 대한 경과(actuarial freedom from atrial fibrillation)를 보기 위해 Kaplan-Meier method가 이용되었다. 통계처리는 SPSS version 13.0 software (SPSS Inc, Chicago, Ill)를 이용하였고, p-value<0.05일 때 통계적 의의를 인정하였다.

결 과

수술 후 병원사망은 없었고, 완전추적이 가능했던 환자들에서는 만기사망이 없었다. 모든 환자에서 8개월 이상 추적조사가 가능하였고, 절개-봉합군의 24예(68.6%)와 양

Table 3. Conversion to regular or sinus rhythm after Cox maze procedures for permanent atrial fibrillation

	Cut-Sew group (n=35)	BRF group (n=40)	p-value
Conversion to regular rhythm immediately after operation	31 (88.6%)	38 (95%)	1.0
Regular rhythm at postop 6 months	34 (97.1%)	38 (95%)	1.0
Regular rhythm at follow-up endpoint	32 (91.6%)	37 (92.5%)	1.0
Junctional rhythm	1 (2.9%)	1 (2.5%)	

BRF=Bipolar radiofrequency ablation; Postop=Postoperative.

극고주파전극군의 33예(82.5%)에서 조사 종점인 최근까지 추적조사가 가능하였다. 두 군의 각각 1예에서 방실리듬(junctional rhythm)을 보였다. 절개-봉합군의 방실리듬을 가진 1예는 분당 40회 이하의 서맥을 보여 영구 심박동기를 거치하였고, 양극고주파전극군의 1예에서는 동물동 서맥으로 영구 심박동기를 거치하였다. 양 군의 각 1예에서 수술 후 좌심방 혈전을 보였으며 쿠마딘투여로 치료되었다.

1) 수술방법에 따른 정규리듬의 전환

절개-봉합법으로 수술을 받은 35예 중 31예(88.6%)에서 퇴원 시 정규리듬(동리듬 및 심방리듬)으로 전환되었고, 양극고주파전극으로 수술한 40예 중 38예(95%)에서 정규리듬으로 전환되었다(p=0.41)(Table 3).

수술 6개월에 절개-봉합군에서는 34예(97.1%)가 정규리듬으로 전환되었고, 양극고주파전극군에서는 38예(95%)가 정규리듬으로 전환되었다(p=1.0).

추적검사 종점(follow-up end point)에 절개-봉합군에서 평균추적기간 69.7±26.3개월에 32예(91.6%)에서 정규리듬을 보였고, 양극고주파전극군에서는 평균 추적기간 26.6±11.1개월에 37예(92.5%)에서 정규리듬을 보였다(p=1.0).

2) 심방세동 수술 후 심방세동의 지속 및 재발로부터 자유도(freedom from atrial fibrillation)

수술 후 심방세동으로부터 자유도는 절개-봉합군에서 6개월/2년/4년/10년에 각각 97.1±2.8%/94.3±3.9%/91.4±4.7%/91.4±4.7%였고, 양극고주파전극군에서는 6개월/2년/4년에 각각 95.0±3.4%/95.0±3.4%/89.1±6.6%였다(p=0.743) (Table 4, Fig. 2).

Table 4. Freedom from AF according to four different times

Group	Last FU	Actuarial			
		6 mo	2 yr	4 yr	10 yr
Cut-Sew group (No of remaining cases)	91.6% (32/35)	97.1% (34)	94.3% (33)	91.4% (24)	91.4% (1)
BRF group (No of remaining cases)	92.5% (37/40)	95.0% (38)	95.0% (21)	89.1% (1)	—

AF=Atrial fibrillation; BRF=Bipolar radiofrequency ablation; FU=Follow-up. p=0.743.

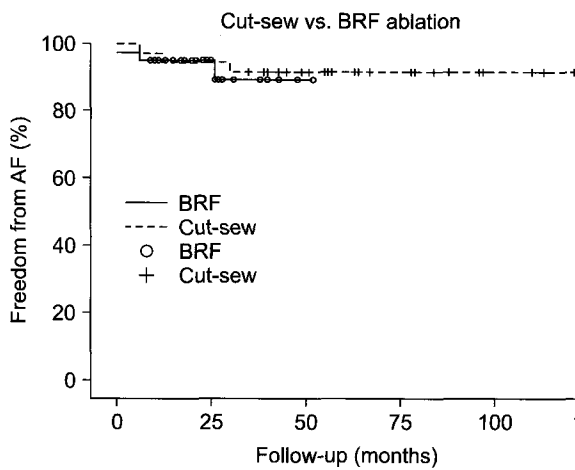


Fig. 2. Actuarial freedom from AF between cut-and-sew technique and bipolar radiofrequency ablation. Significance (p=0.743) was not detected. AF=Atrial fibrillation; BRF=Bipolar radiofrequency ablation.

3) 심방세동 수술 후 심방세동의 지속 및 재발의 위험 인자(risk factors for postoperative atrial fibrillation)

수술 후 심방세동 지속 및 재발의 위험인자에 대한 단변량 분석에서, 절개-봉합군에서는 수술 후 6개월에 심방세동의 출현(p<0.001)과 수술 전 좌심실구혈률(p=0.015)이 유의 있는 위험인자로 나타났고, 양극고주파전극군에서는 수술 전 좌심방 내경(p=0.021), 수술 후 좌심방 내경(p<0.001) 및 수술 후 6개월에 심방세동의 출현(p=0.008)이 유의 있는 위험인자로 나타났다(Table 5). 다변량 분석에서 양극고주파전극군의 수술 후 좌심방 내경(Hazard ratio 31, p=0.005)만이 심방세동 지속 및 재발에 대한 위험

Table 5. Summary of univariate risk analysis (Cox-regression) for continuance or recurrence of AF after Cox maze procedures

Binary variables	Cut-Sew group (n=35)	BRF group (n=40)
	p-value	p-value
Sex (male)	0.835	0.793
Age (> 55 years)	0.809	0.717
Completeness (LA maze)	0.124	0.166
AF duration (> 1 year)	0.284	0.962
TV annuloplasty	0.541	0.322
AF at postop 6 months	<0.001	0.008
FU duration (> 18 months)	—	0.055
Preop LAD (> 55 mm)	0.809	0.021
Preop LVEDD (> 55 mm)	0.066	0.871
Preop EF (< 50%)	0.015	0.367
Postop LAD (> 55 mm)	0.363	<0.001
Postop LVEDD (> 55 mm)	0.273	0.873
Postop EF (< 50%)	0.689	0.215

AF=Atrial fibrillation; BRF=Bipolar radiofrequency ablation; EF=Ejection fraction; FU=Follow-up; LAD=Left atrial dimension; LVEDD=Left ventricular end-diastolic dimension; Postop=Postoperative.

Table 6. Multivariate risk analysis (Cox-regression) for continuance and recurrence of AF after BRF maze procedure (n=40)

	p-value	Hazard ratio	95% confidence interval
Postop LAD (> 55 mm)	0.005	31	2.84 ~ 352.29

AF=Atrial fibrillation; BRF=Bipolar radiofrequency ablation; Postop=Postoperative.

인자로 나타났다(Table 6). 그러나 후자의 총 40예 중 심방세동이 오직 3예에서만 계속 나타나거나 재발하여 ROC curve에서 얻은 cut-off 치(45.5 mm)는 의의가 없었다(p=0.12). 두 수술 군의 전체 환자들에서 다변량 분석(Cox-regression)에 의한 수술 후 심방세동의 지속 및 재발에 대한 위험인자는 수술 후 6개월에 심방세동의 출현(Hazard ratio 92.24, p=0.03)과 좌심방 크기(Hazard ratio 16.05, p=0.019)였다(Table 7).

4) 절개-봉합법과 양극고주파전극법의 수술시간

두 수술방법의 수술시간을 비교하기 위해 동반수술로 승모판막수술만을 시행했던 환자들(절개-봉합군 18예; 양극

Table 7. Multivariate risk analysis (Cox-regression) for continuance and recurrence of AF in both groups of cut-sew technique and BRF ablation (n=75)

	p-value	Hazard ratio	95% confidence interval
AF at postop 6 months	0.003	92.25	4.76~1,788.91
Postop LAD (> 55 mm)	0.019	16.05	1.56~164.82

AF=Atrial fibrillation; BRF=Bipolar radiofrequency ablation; LAD=Left atrial dimension; Postop=Postoperative.

고주파군 15예)을 대상으로 두 군간의 수술시간을 비교하였다. 비모수적 비교에서 체외순환시간(220.4±32.7분 대 216.1±48.9분, p=0.003)과 대동맥 차단시간(179.2±32.2분 대 176.3±41.4분, p=0.033)은 양극고주파전극군에서 더 짧았다.

5) 수술 후 좌심방 내경의 감소

수술 후 양군에서 좌심방의 내경(절개-봉합군 56.2±9.1 mm에서 46.0±8.3 mm로, p=0.000; 양극고주파전극군 53.4±9.4 mm에서 45.3±9.7 mm로 p=0.000)이 감소했고 이러한 좌심방의 역개조현상(reverse remodeling)은 수술 후 7~14일 사이의 짧은 기간에 나타났다. 이런 변화는 승모판막 수술 등 근본적인 수술을 시행한 후 좌심방의 전부하(preload) 감소에 의한 결과이다.

고 찰

최근의 문헌[7]에서 양극고주파전극을 이용한 maze 수술의 결과가 절개봉합법의 수술결과보다 더 저조하다고 보고했다. 큰 규모의 연구를 시행한 한 보고[8]에서 절개봉합법에 의해 85.3%의 동리듬 전환을 보인데 비해, 양극고주파전극법으로 79.7%의 동리듬전환을 보였다. 또 양극고주파전극의 사용은 절개봉합법보다 동리듬 전환의 조기 실패가능성이 4.5배나 높았고 추적기간 동안 심방세동이 5배나 더 많다고 하였다[7]. 또 수술 후 영구심박동기 거치율도 양극고주파전극을 사용한 군에서 훨씬 높았고 그 원인은 sick sinus syndrome이었으며, 그 근본 원인은 양극고주파전극군에서 수술을 요하는 동반 심장질환이 더 심했던 것으로 설명하고 있다. 본 연구에서는 조기(수술 후 6개월) 동리듬의 전환율이 절개-봉합군에서 97.1%, 양극고주파전극군에서 95%로 차이를 보이지 않았고 중장

기 추적 후에도 전자는 91.6%, 후자는 92.5%의 동리듬 전환율로 두 군간에 차이가 없는 결과를 보였다. 일부 보고 [9,10]에서는 이와 같이 좋은 결과를 보이는 반면, 다른 보고 [11-13]에서는 그 보다 동리듬 전환율이 떨어지는 성적을 보고하였다.

양극고주파전극으로 동리듬전환율이 떨어지는 보고[7]에서 심방벽 전층에 전도차단손상을 충분히 만들지 못했음을 인정하고 있다. Maze 수술에서 가장 중요한 부분은 전도차단선을 만들 때 전층에 손상을 만드는 것이지만 그들은 심방벽의 조직 특성(두께, 섬유화, 지방조직)뿐 아니라 수술기법(정온/저온, 박동성/심정지)에 따라 전층에 손상이 만들어지지 못했을 가능성이 있다고 하였다. 또 모든 수술 환자에서 일정한 에너지를 사용하여 동일하게 수술을 할 수 없다고 하였다. 그들도 양극고주파전극을 사용하면서 냉동프로브로 양 방실판막륜과 관상정맥동에 사용하였다. 그러나 본 연구에서 폐정맥 주위의 사각형 병변(box lesion)의 한 변은 좌심방절개로 대신하고 나머지 3변의 전도차단선(ablation lines)을 만드는 데에는 양극고주파전극을 사용하였다. 양극고주파전극을 사용하여 수술한 초기의 5예에서 그 사각형 병변(box lesion) 안에 일시적 심박동기선(temporary pacemaker wires)을 장착하여 심장박동상태에서 심박동기로 에너지를 보내 사각형 전도차단선 밖으로 전도되는가를 확인하였다. 양극고주파전극의 제조사는 심방벽의 전도가 차단되었다는 신호가 들릴 때까지만 가열하도록 하였으나 저자들은 심방벽 전층의 손상을 확실하게 만들기 위해 규정시간보다 40초간 더 양극고주파전극으로 더 가열하여 심방 전층의 완전손상을 유도하였다. 또 한 곳에서 약 2.0 mm의 간격을 두고 전도차단선을 또 하나 만들었다. 따라서 이런 완전한 전도차단 방법으로 절개-봉합법과 같은 전도차단력을 가져왔을 것이고 또 수술 결과도 비슷하였으리라 생각된다. 양극고주파전극의 과도한 사용으로 조직손상이 심해 심방벽의 파열 위험이 있다고는 하나 심방의 내압이 20 mmHg를 상회할 수 없음을 고려할 때 그런 위험은 매우 적다고 생각하며 저자들의 경우 그러한 합병증을 경험하지 않았다. 전층의 조직손상을 충분히 만들었다해도 전도차단선 간에 약간의 공간만 만들어져도 전도할 수 있는 틈이 생겨 심방세동이 발생할 수 있다고 하였다[14]. 그 틈이 1.1 mm만 되어도 발생된 심방세동 파형이 전도될 수 있다고 하였다. 따라서 전층의 완전한 손상 뿐 아니라 전도 차단선 간에도 틈이 전혀 없어야 한다. 또 단극고주파전극은 심방벽의 내측에서만 손상을 만듦으로 심방벽의 전층에 손상

을 만들 수 없기 때문에 전도차단능력이 떨어져 효과면에서 더 낮다고 한다[15].

본 연구에서 수술 후 4년의 심방세동으로부터 자유도도 절개-봉합군에서 91.4%와 양극고주파전극군에서 89.1%로 차이가 없었다. 대부분의 심방세동으로부터 자유도가 길어야 1년 정도의 결과로 72%[11], 81%[12]로 낮고 100%[9]로 가장 좋은 결과를 보였던 보고도 1년 이후의 보고가 없다. 10년의 장기결과[16]가 보고되기는 하였으나 심방세동으로부터 자유도가 93%/1년, 82%/3년, 71%/5년, 63%/7년으로 시간이 갈수록 떨어지는 경향을 보였다.

심방세동 수술 후 심방세동 재발의 위험인자로는 좌심방의 크기를 들고 있다[11,13]. 수술 후 좌심방의 크기가 줄어들어야만 동리듬의 전환율이 우수하고 재발도 줄일 수 있다. 한 보고[17]에서 maze 수술을 시행한 결과 좌심방 내경이 56.8 mm 이상인 경우 정규리듬으로 전환이 덜 되고 심방세동의 재발도 더 많다고 했다. 따라서 좌심방이 클 경우 좌심방 벽을 절제하여 좌심방의 크기를 줄이면 정규리듬으로 전환율이나 좌심방 수축능이 더 우수하다고 하였다[18]. 또 큰 좌심방에 maze를 만들더라도 maze의 폭이 커서 여전히 macro-reentrant circuits가 발생할 수 있는 공간이 남아있으므로 심방 벽을 절제하여 심방크기를 줄이고 maze를 만들면 macro-reentrant circuits가 만들어질 공간이 적어질 것으로 생각된다. 본 연구에서는 좌심방이 큰 경우에도 심방벽의 절제술을 시행하지 않았다. 또 재발환자들의 위험인자로는 수술 후 좌심방의 크기였으나 재발환자수가 적어 심방크기의 cut-off치는 산출하지 못했다. 대부분의 보고들[11,13,17]에서도 좌심방의 크기를 심방세동이 수술로써 잘 치료되지 않는 위험인자로 보고했는데 그 좌심방의 크기는 주로 수술 전의 좌심방 상태였다. 그러나 본 연구의 결과에서는 단변량분석에서 수술 전과 수술 후의 좌심방 크기 모두가 위험인자로 분석되었지만 다변량분석에서 수술 전보다는 수술 후의 좌심방크기가 유일한 위험인자로 나타났다. 심장수술 특히 승모판막 수술 후에는 좌심방의 역개조(reverse remodeling), 즉 좌심방의 크기 감소가 1~2주의 짧은 시간 내에 일어나고 이러한 역개조가 얼마나 잘 일어나느냐에 따라 심방세동의 지속 및 재발에 큰 영향을 줄 것으로 생각된다. 수술 후 좌심방의 크기의 위험요소는 양 군을 합친 전 환자들에 대한 Cox-regression model에서도 같은 결과를 보였다.

양 군을 합친 전 환자들에서 심방세동이 지속되거나 재발되는 또 하나의 위험인자로 수술 후 6개월에 심방세동이 나타나는 경우였다. 이 때에 심방세동이 나타나면 항

후에도 치료될 전망이 거의 없음을 보여주었으며, 만약 수술 후 6개월 에 정규동리듬으로 전환된 경우 향후 재발 가능성은 매우 낮고 절개-봉합군의 10년 결과에서도 재발이 매우 낮았다.

저자들은 1999년 이후로 Cox maze-III 수술에 절개-봉합술을 정확히 적용하고 상품화된 냉동프로브를 사용하여 Cox maze-III 수술방법의 원칙을 지키려고 노력하였다[19]. 2005년도부터 양극고주파전극을 사용하면서 Cox-maze 수술의 원칙을 지켜 폐정맥주위에 하나의 큰 사각병변을 만들었으며 수술의 변형을 피하고, 심방벽의 전층에 손상을 만들었다. 폐정맥 주위의 사각병변을 만든다는 개념보다 승모판막륜에서 간격이 넓지 않은 maze (2인치 이하)를 만드는 개념으로 수술하였다.

본 연구의 문제점으로는 두 가지 수술을 다른 시기에 적용하여 비교한 후향적 분석인 점이다. 이를 보강하고자 Kaplan-Meier법의 통계적용으로 일정기간 후의 두 군의 결과를 비교하였다. 선행질환이 무엇이던지 심방세동의 발생기전은 심방 내에서 발생하는 다발성 macroreentrant circuits라는 기본 개념에서 maze 수술을 시행하므로 심장의 근본질환이 동시에 치료된다면 원인질환의 차이는 수술 결과에 큰 영향을 미치지 않는다고 생각한다. 다만 원인질환이 류마치즘과 같이 염증질환으로 심방에 반흔이 많아 동리듬 기능부전이나 심방의 수축기능이 떨어지는 문제점은 올 수 있다. 심방세동의 지속 및 재발을 줄이기 위해서는 전도차단기구에 의해 maze 수술이 얼마나 정확히 시행되었는가가 가장 중요한 문제로 생각된다.

결 론

다른 심장질환과 동반된 심방세동의 수술에서 양극고주파전극의 사용에 의한 정규리듬(동리듬 및 심방리듬)의 전환율은 절개-봉합법의 결과와 비슷하며 심방세동의 지속 및 재발의 원인 인자로는 수술 후 좌심방크기이며 동리듬 전환 실패를 줄이고자 향후 양극고주파전극군에서도 수술 후 좌심방 크기를 줄이기 위해 좌심방 절제술이 고려되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Chesebro JH, Fuster V, Halperin JL. *Atrial fibrillation-risk marker for stroke*. N Engl J Med 1990;323:1556-8.
2. Benjamin EJ, Wolf PA, D'Agostino RB, Silbershatz H,

- Kannel WB, Levy D. *Impact of atrial fibrillation on the risk of death the Framingham heart study*. Circulation 1998;98: 946-52.
3. 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;110:485-95.
 4. Mokadam NA, McCarthy PM, Gillinov AM, et al. *A prospective multicenter trial of bipolar radiofrequency ablation for atrial fibrillation: early results*. Ann Thorac Surg 2004;78: 1665-70.
 5. Melby SJ, Kaiser SP, Bailey MS, et al. *Surgical treatment of atrial fibrillation with bipolar radiofrequency ablation: mid-term results in one hundred consecutive patients*. J Cardiovasc Surg (Torino) 2006;47:705-10.
 6. Raman J, Ishikawa S, Storer MM, Power JM. *Surgical radiofrequency ablation of both atria for atrial fibrillation: results of a multicenter trial*. J Thorac Cardiovasc Surg 2003; 126:1357-66.
 7. Stulak JM, Dearani JA, Sundt TM 3rd, et al. *Superiority of cut-and-sew technique for the Cox maze procedure: comparison with radiofrequency ablation*. J Thorac Cardiovasc Surg 2007;133:1022-7.
 8. Khargi K, Keyhan-Falsafi A, Hutten BA, Ramanna H, Lemke B, Deneke T. *Surgical treatment of atrial fibrillation: a systematic review*. Herzschriltmacherther Elektrophysiol 2007;18:68-76.
 9. Raman J, Ishikawa S, Storer MM, Power JM. *Surgical radiofrequency ablation of both atria for atrial fibrillation: results of a multicenter trial*. J Thorac Cardiovasc Surg 2003; 126:1357-66.
 10. Benussi S, Nascimbene S, Calori G. *Surgical ablation of atrial fibrillation with a novel bipolar radiofrequency device*. J Thorac Cardiovasc Surg 2005;130:491-7.
 11. Gillinov AM, McCarthy PM, Blackstone EH. *Surgical ablation of atrial fibrillation with bipolar radiofrequency as the primary modality*. J Thorac Cardiovasc Surg 2005;129:1322-9.
 12. Benussi S, Nascimbene S, Galanti A. *Complete left atrial ablation with bipolar radiofrequency*. Eur J Cardiothorac Surg 2008;33:590-5.
 13. Geidel S, Lass M, Boczor S. *Monopolar and bipolar radiofrequency ablation surgery: 3-year experience in 90 patients with permanent atrial fibrillation*. Heart Surg Forum 2004;7: 398-402.
 14. Melby SJ, Lee AM, Zierer A. *Atrial fibrillation propagates through gaps in ablation lines: Implications for ablative treatment of atrial fibrillation*. Heart Rhythm 2008;5: 1296-301.
 15. Bugge E, Nicholson IA, Thomas SP. *Comparison of bipolar and unipolar radiofrequency ablation in an in vivo experimental model*. Eur J Cardiothorac Surg 2005;28:76-80.
 16. Kim KC, Cho KR, Kim YJ, Sohn DW, Kim KB. *Long-term results of the Cox-Maze III procedure for persistent atrial fibrillation associated with rheumatic mitral valve disease: 10-year experience*. Eur J Cardiothorac Surg 2007;31:261-6. Epub 2006 Dec 8.
 17. Chen MC, Chang JP, Chang HW. *Preoperative atrial size predicts the success of radiofrequency maze procedure for permanent atrial fibrillation in patients undergoing concomitant valvular surgery*. Chest 2004;125:2129-34.
 18. Hong SB, Ahn BH, Ryu SW, et al. *Effect of left atrial volume reduction with maze operation on sinus conversion and recovery of left atrial transport function*. Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2005;38:739-45.
 19. Choi JB, Kim JH, Lee MK, Lee SY, Kim MH, Kim KS. *The influence of simplified surgical procedures on the surgical treatment for atrial fibrillation with using the cut-and-sew technique*. Korean J Thorac Cardiovasc Surg 2008;41:313-9.

=국문 초록=

배경: Cox maze 수술은 거의 20년 가까이 심방세동의 표준적인 외과적 치료방법으로 이용되었다. 최근 저자들은 Cox maze 수술에서 대부분의 절개선을 양극고주파전극(Cox maze IV procedure)으로 대체하였다. 저자들은 지속성 심방세동의 수술적 치료에 양극고주파전극을 이용한 Cox maze 수술의 결과를 조사하고 절개-봉합법을 이용한 Cox maze III 수술의 결과와 비교하였다. **대상 및 방법:** 2005년 4월부터 2007년 7월까지 40명의 환자가 양극고주파전극으로 Cox maze 수술을 받았다. 그 결과를 절개-봉합법으로 수술 받은 35예의 결과와 비교하였다. 모두 다른 심장수술과 함께 심방세동 수술을 받았으며, 수술 후 1내지 2개월마다 추적 조사하였다. **결과:** 수술 후 6개월에 정규리듬의 전환율은 양극고주파전극방법과 절개-봉합방법 사이에 차이가 없었고(95.0%/97.1%, $p=1.0$), 마지막 추적시간까지 정규리듬 전환율도 차이가 없었다(92.5%/91.6%, $p=1.0$). 다변량 분석(Cox-regression)으로 양극고주파군에서 심방세동의 지속 및 재발의 위험인자는 수술 후 좌심방의 내경이었고(hazard ratio 31, $p=0.005$), 양극 전체의 환자에서 수술 후 심방세동의 지속 및 재발의 위험인자(Cox-regression)는 수술 6개월에 심방세동의 출현(hazard ratio 92.24, $p=0.003$)과 수술 후 좌심방의 내경(hazard ratio 16.05, $p=0.019$)이었다. 대동맥차단시간과 체외순환시간은 양극고주파전극군에서 더 짧았다. **결론:** Cox maze 수술 시 양극고주파전극의 사용은 절개-봉합법과 같이 우수한 정규리듬 전환율을 보이며, 수술 후 좌심방의 크기가 심방세동의 지속 및 재발에 영향을 주는 독립인자였다.

- 중심 단어 :** 1. 부정맥수술
2. 수술기구
3. 결과분석