

Maze 수술



울산대학교 의과대학 외과학교실 이 재원 / 김 준 범

Jae-Won Lee, MD, PhD / Joon-Bum Kim, MD

Division of Cardiology, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Surgical ablation of atrial fibrillation: Maze procedure

ABSTRACT

Since the Maze operation for ablation of atrial fibrillation was introduced two decades ago, the effectiveness of the operation for sinus rhythm conversion has been well demonstrated, and it has been widely performed in combination with various cardiac surgeries. A number of studies have suggested that the incorporation of atrial contractility into cardiac output by use of a successful Maze procedure improves hemodynamic performance and decreases thromboembolic risks. Over the last 5~10 years, the introduction of new ablation technology has led to the development of several technical modifications as well as more limited lesion sets, with the ultimate goal of performing a minimally invasive lesion set on the beating heart without the need for cardiopulmonary bypass. This review summarizes the current state of the art regarding AF ablation surgery.

Key words: ■ atrial fibrillation ■ surgery ■ ablation

서론

심방의 특정 부위에 절개를 가하고 다시 봉합해 주는 Maze 수술은 심방세동의 유발자(trigger)를 전기적으로 고립시키고 심방 내에 존재할 가능성이 있는 거대 재진입로(macro-reentrant circuits)를 차단하여 심방이 조동이나 세동 리듬을 만들어내지 못하도록 고안된 것으로, 광범위한 실험실내 연구를 거쳐 Cox 등에 의하여 문헌상 소개되었

다. 원래 고안된 형태인 Cox-Maze I 수술은 복잡한 절개선에 따른 수술 시간의 지연 및 수술 후 출혈의 위험성, 장기간의 추적 결과에서 나타난 인공 심박동기의 높은 삽입률로 인하여 몇 차례 수정을 거쳐 Cox-Maze III 수술로 변모하였다. 최근에는 Cox-Maze III 수술의 몇몇 절개선을 수술적 절개가 아닌 냉동 절제(cryablation) 및 방사선 고주파 절제(radiofrequency ablation)로 대신한 Cox-Maze IV 수술이 소개되었다.

Maze 수술이 소개된 이래로 여러 임상 연구들을 통하여 본 수술이 정상 동율동으로의 전환 효과가 매우 우수하다는 것이 밝혀져 왔고, 그에 따라 다양한 심장 수술 환자에게까지 적용 범위가 확대되어 왔다. 여러 문헌들에서 Maze 수술이 심박출량을 증가시키고, 혈액학적 및 증상을 개선시키

Received: August 1, 2010

Accepted:

Correspondence: Jae-Won Lee, MD, Division of Cardiology, Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, 388-1 Pungnap-dong Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea

Tel: 82-2-3010-3584, Fax: 82-2-3010-6966

E-mail: jwlee@amc.seoul.kr

며, 혈전-색전 합병증을 예방하는 효과가 있다고 보고하고 있다.

Maze 수술의 적응증

2007년 Heart Rhythm Society에서 제시한 심방세동의 수술적 치료 적응증은 다음과 같다.²

- (1) 심장 수술을 받는 환자 중 심방세동에 의한 증상이 있는 경우
- (2) 심방세동의 증상이 없는 심장 수술 환자 중 추가적인 부정맥 수술에 의한 위험도가 최소인 경우
- (3) 단독 심방세동 수술(stand-alone atrial fibrillation surgery)은 증상이 있는 환자를 대상으로 하되 다음에 해당하는 경우를 적응증으로 한다.
 - 환자가 수술적 치료를 선호할 경우
 - 카테터 접근법에 의한 치료 실패 시 또는 카테터 접근법에 의한 치료가 불가능한 경우

Cox-Maze III 수술의 절개선은 Figure 1과 같다.

변형 Maze 수술법

Cox가 제시한 수술 방법 외에 여러 가지 다양한 수술 방법이 제시되어 왔으며, Cox-Maze III 수술과 비교하여 대체로 비슷한 임상 결과를 얻고 있다. 서울아산병원 흉부외과에서는 독자적으로 변형 Maze 수술을 개발하여 소개하였으며,³ 2010년 현재까지 700에 이상을 시행해왔다. Cox-Maze III 수술과는 다르게 ① 많은 수술적 절제를 냉동 절제로 대체하여 수술을 용이하게 하였고, ② 네 개의 폐정맥을 한번에 고립시키지 않고 좌우를 따로 고립시켜 좌심방의 수축력을 보존하려 하였으며, ③ 좌심방의 일부를 절제하여 그 크기를 줄였고, ④ 우심방의 협부(cavo-atrial isthmus)를 고립하여 심방조동의 발생을 예방하려 하였다.^{4,6}

수술적 절제를 대체하는 에너지원

Maze 수술을 보다 간편하고 쉽게 시행하도록 하기 위한 노력으로 자르고-꿴매는(cut-and-sew) 기법 대신 여러 에너지원을 이용한 절제선을 만드는 방법이 고안되었다. 절

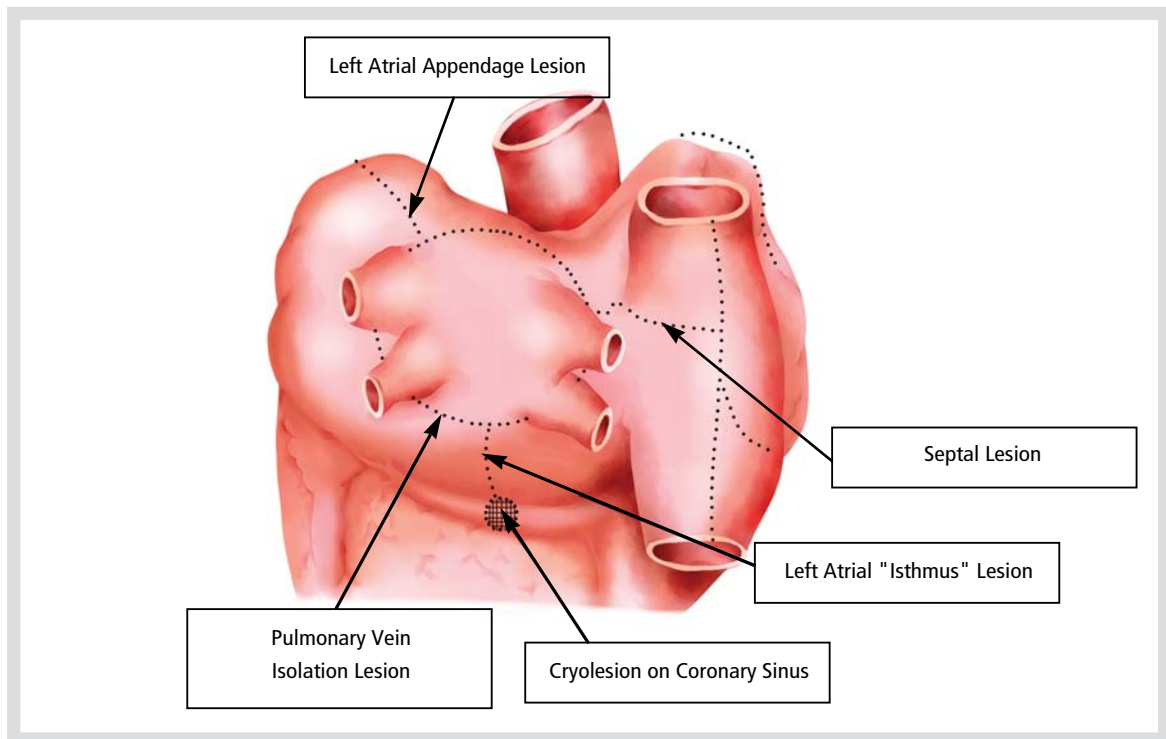


Figure 1. Schematic illustration of the Cox-Maze III procedure.

제선을 위한 에너지원에는 냉동 절제(cryothermia), 고주파(radiofrequency), 극초단파(microwave), 고강도 집중 초음파(high-intensity focused ultrasound), 레이저 등이 있다. 이러한 에너지원을 이용한 절제 기법이 수술적 절제를 대신할 정도로 효과적이기 위해서는 절제선이 전기 전도를 완전히 차단할 수 있도록 심근 전벽에 걸친 손상을 이루어야 한다(transmural lesion). 또한 고안된 원래의 목적에 맞도록 빠른 에너지 전달로 절제선을 만드는 속도가 빨라야 하며, 사용이 간편하고, 충분한 길이의 적절한 유연성(flexibility)을 가진 기구여야 한다.

상기 에너지원 중 극초단파는 불충분한 심벽 손상(incomplete transmural lesion)으로 인한 저조한 임상 성적 탓에 제품 제조 회사가 생산을 중단하여 현재는 이용할 수 없는 상태이며,⁷ 레이저는 현재까지 임상 시도가 없는 상태이다. 현재 임상에서 가장 광범위하게 사용되고 있는 에너지원은 냉동 절제와 방사선 고주파로, 그 임상 성적은 Cox-Maze III 수술과 비슷한 정도의 정상 동율동으로의 전환 비율을 보이되, 수술 시간은 현격히 짧아지는 것으로 알려져 있다. 고강도 집중 초음파는 최소 침습 수술을 위한 무심폐기, 심외막 접근을 목표로 고안되었으며, 장기간 임상 성적은 아직 알려져 있지 않으나, 수술 후 6개월 시점에서의 심방세동 제거율은 85~88% 정도로 보고되는 바, 고식적 Maze 수술이나 다른 에너지원에 비하여 뒤지지 않는 것으로 알려져 있다.⁸

최소 침습적 Maze 수술

심장 수술에 있어서 약 4~5 cm의 피부 절개만을 이용한 최소 침습적 접근법이 발달해감에 따라, 심방세동 수술 역시 그 경향을 따라가고 있다. 이는 다빈치(Da Vinci Surgical™ System: Intuitive Surgical Inc., Sunnyvale, CA, USA) 등과 같은 로봇을 이용하여 동반 심장질환의 교정과 병합된 부정맥 수술뿐 아니라, 단독 심방세동의 치료를 위한 무심폐기, 심외막 접근법에 의한 최소 침습 심방세동 수술이었다.

단독 심방세동의 치료에 있어서 과거에는 심장 수술의 위험 부담으로 인하여 수술을 기피하는 경향이 있어 왔는데, 2007년 Heart Rhythm Society 권고안에 따르면 증상이 있는 단독 심방세동의 치료에 있어서도 수술적 치료가 우선적으로 고려될 수 있음을 알 수 있다. 단독 심방세동의 치료를 위한 수술은 심폐기를 사용하지 않고 흉강경을 이용하여 심외막으로 접근하며, 양극성 방사선 고주파를 이용한

양쪽 폐정맥 고립, 좌심방이 절제, 신경절 망(ganglionic plexi) 절제로 구성된다. 이에 따라 개심(open heart)을 하지 않고 최소 절개로 수술을 시행함에 따라 수술의 위험도를 최소화하고, 카테터 접근 방법보다 우월한 정상 동율동으로의 전환 효과를 나타낸다. 이러한 이유로 최근들어 최소 침습적 심방세동 수술이 각광을 받고 있다.^{9,11}

Maze 수술의 성적

고식적 Cox-Maze 수술이나, 냉동 절제 혹은 고주파 에너지를 이용한 Maze 수술의 경우 5년 시점에서 70~90% 이상의 성공률을 보고하고 있으며, 따라서 정상 동율동으로의 전환 및 유지 효과가 다른 내과적 치료법에 비하여 훨씬 뛰어난 것으로 알려져 있다.² 일반적으로 Maze 수술 성적은 집도의의 숙련도, 절제 부위의 차이, 절제 손상의 범위(transmurality)에 의하여 결정된다고 보이며, 그 중 정확하고 분명한 절제 세트(lesion set)를 만드는 것이 장기 성공률을 높이는 데에 가장 중요한 요소로 받아들여지고 있다.

Maze 수술을 시행하였음에도 불구하고 심방세동의 재발은 여전히 문제가 되고 있는데, 심방세동 파동이 미세할수록(fine [<1 mm] fibrillation wave), 좌심방의 크기가 클수록, 심방세동의 이환 기간이 길수록, 환자의 연령이 고령일수록 심방세동 재발률이 더 높은 것으로 보고되고 있다.^{12,14} 이는 기질적 심장질환 및 그에 따른 심방세동의 이환 기간이 길어짐에 따라 심방 조직의 부정맥 기질로의 변화가 축적되어 나타난 결과로 판단된다. 그 외에도 승모판막 성형술 후 승모판막질환의 재발이 Maze 수술에 따른 심방세동의 재발 위험을 높인다는 보고도 있다.⁶

결론

심방세동의 치료에 있어서 Maze 수술은 정상 동율동으로의 전환에 있어서 가장 효과적인 방법으로 자리잡고 있고, 여러 기술적 진보로 인하여 보다 수월하게, 또 최소 침습적으로 발달해가고 있다. 여러 후향적 연구를 통해서 Maze 수술의 임상 결과가 우수한 것으로 보고되고 있지만, Maze 수술로 인하여 실제로 생존율이 향상되고 뇌졸중 등의 색전 위험이 감소되는 지에 대해서는 아직 전향적 연구로는 밝혀져 있지 않다.^{2,12,15,16} 이에 대한 정확한 평가를 위해서는 다기관 전향적 무작위 할당 연구가 필요할 것으로 사료된다.

References

1. Cox JL, Boineau JP, Schuessler RB, Ferguson TB, Jr., Cain ME, Lindsay BD, Corr PB, Kater KM, Lappas DG. Successful surgical treatment of atrial fibrillation. Review and clinical update. *JAMA*. 1991;266:1976-1980.
2. Calkins H, Brugada J, Packer DL, Cappato R, Chen SA, Crijns HJ, Damiano RJ, Jr., Davies DW, Haines DE, Haissaguerre M, Iesaka Y, Jackman W, Jais P, Kottkamp H, Kuck KH, Lindsay BD, Marchlinski FE, McCarthy PM, Mont JL, Morady F, Nademanee K, Natale A, Pappone C, Prystowsky E, Raviele A, Ruskin JN, Shemin RJ. HRS/EHRA/ECAS expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation: recommendations for personnel, policy, procedures and follow-up. A report of the Heart Rhythm Society (HRS) Task Force on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation developed in partnership with the European Heart Rhythm Association (EHRA) and the European Cardiac Arrhythmia Society (ECAS); in collaboration with the American College of Cardiology (ACC), American Heart Association (AHA), and the Society of Thoracic Surgeons (STS). Endorsed and approved by the governing bodies of the American College of Cardiology, the American Heart Association, the European Cardiac Arrhythmia Society, the European Heart Rhythm Association, the Society of Thoracic Surgeons, and the Heart Rhythm Society. *Europace*. 2007;9:335-379.
3. Lee JW, Choo SJ, Kim KI, Song JK, Kang DH, Song JM, Song H, Lee SK, Song MG. Atrial fibrillation surgery simplified with cryoablation to improve left atrial function. *Ann Thorac Surg*. 2001;72:1479-1483.
4. Kim JB, Ju MH, Yun SC, Jung SH, Chung CH, Choo SJ, Lee TY, Song H, Lee JW. Mitral valve replacement with or without a concomitant Maze procedure in patients with atrial fibrillation. *Heart*. 2010;96:1126-1131.
5. Kim JB, Yun TJ, Chung CH, Choo SJ, Song H, Lee JW. Long-term outcome of modified maze procedure combined with mitral valve surgery: analysis of outcomes according to type of mitral valve surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139:111-117.
6. Kim JB, Lee SH, Jung SH, Yun SC, Choo SJ, Chung CH, Song H, Lee JW. The influence of postoperative mitral valve function on the late recurrence of atrial fibrillation after the maze procedure combined with mitral valvuloplasty. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139:1170-1176.
7. Vicoli C, Kellerer D, Petrakopoulou P, Kaczmarek I, Lamm P, Reichart B. Long-term results after ablation for long-standing atrial fibrillation concomitant to surgery for organic heart disease: is microwave energy reliable? *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;136:1156-1159.
8. Ninet J, Roques X, Seitelberger R, Deville C, Pomar JL, Robin J, Jegaden O, Wellens F, Wolner E, Vedrinne C, Gottardi R, Orrit J, Billes MA, Hoffmann DA, Cox JL, Champsaur GL. Surgical ablation of atrial fibrillation with off-pump, epicardial, high-intensity focused ultrasound: results of a multicenter trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005;130:803-809.
9. Cui YQ, Li Y, Gao F, Xu CL, Han J, Zeng W, Zeng YP, Gurbanov E, Meng X. Video-assisted minimally invasive surgery for lone atrial fibrillation: a clinical report of 81 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2010;139:326-332.
10. Han FT, Kasirajan V, Kowalski M, Kiser R, Wolfe L, Kalahasty G, Shepard RK, Wood MA, Ellenbogen KA. Results of a minimally invasive surgical pulmonary vein isolation and ganglionic plexi ablation for atrial fibrillation: single-center experience with 12-month follow-up. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2009;2:370-377.
11. Kron J, Kasirajan V, Wood MA, Kowalski M, Han FT, Ellenbogen KA. Management of recurrent atrial arrhythmias after minimally invasive surgical pulmonary vein isolation and ganglionic plexi ablation for atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2010;7:445-451.
12. Bando K, Kobayashi J, Hirata M, Satoh T, Niwaya K, Tagusari O, Nakatani S, Yagihara T, Kitamura S. Early and late stroke after mitral valve replacement with a mechanical prosthesis: risk factor analysis of a 24-year experience. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126:358-364.
13. Itoh A, Kobayashi J, Bando K, Niwaya K, Tagusari O, Nakajima H, Komori S, Kitamura S. The impact of mitral valve surgery combined with maze procedure. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2006;29:1030-1035.
14. Kamata J, Kawazoe K, Izumoto H, Kitahara H, Shiina Y, Sato Y, Nakai K, Ohkubo T, Tsuji I, Hiramori K. Predictors of sinus rhythm restoration after Cox maze procedure concomitant with other cardiac operations. *Ann Thorac Surg*. 1997;64:394-398.
15. Bando K, Kobayashi J, Kosakai Y, Hirata M, Sasako Y, Nakatani S, Yagihara T, Kitamura S. Impact of Cox maze procedure on outcome in patients with atrial fibrillation and mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002;124:575-583.
16. Chaput M, Bouchard D, Demers P, Perrault LP, Cartier R, Carrier M, Page P, Pellerin M. Conversion to sinus rhythm does not improve long-term survival after valve surgery: insights from a 20-year follow-up study. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2005;28:206-210.