ARTÍCULO ORIGINAL

TRATAMIENTO DE LA FIBRILACIÓN AURICULAR CON RADIOFRECUENCIA ASOCIADO CON CIRUGÍA VALVULAR MITRAL

AUTORES:
DR. GUILLERMO CAREAGA REYNA* / TP. MARICELA JIMÉNEZ VALDIVIA**
DRA. ELSA REYES RAMÍREZ***

Recibido: *Marzo 2010*
Aceptado: *Mayo 2010*
Correspondencia: *gcareaga3@gmail.com*

RESUMEN

Introducción: El 50% de los pacientes que requieren cirugía de la válvula mitral, poseen fibrilación auricular con el riesgo de presentar eventos tromboembólicos. Presentamos nuestra experiencia inicial con la utilización de la ablación con radiofrecuencia asociada con la cirugía mitral para tratamiento de la fibrilación auricular en casos seleccionados.

Material y Métodos: Entre el 1 de octubre del 2003 y el 31 de marzo del 2008, seleccionamos pacientes con enfermedad valvular mitral y fibrilación auricular con ablación por radiofrecuencia rodeando las venas pulmonares y uniendo ambas zonas; realizamos cirugía valvular mitral con resección de la orejuela izquierda y ablación lineal externa de la pared de la aurícula derecha de vena cava superior a vena cava inferior.

Resultados: Durante ese período, tratamos 44 pacientes con una edad promedio de 49.5 ± 16.2 años. Los tiempos de pinzamiento aórtico y duración de la derivación cardiopulmonar fueron 69± 27 minutos y 90 ± 18 minutos, respectivamente. El tiempo adicional de isquemia requerido para realizar la ablación fue de 6 ± 2 minutos. Hubo una defunción temprana (2.2%) por falla cardíaca pre-existente. En el 80% de los pacientes se recuperó el ritmo sinusal. No hubo complicaciones perioperatorias.

Conclusión: La ablación con radiofrecuencia combinada con la cirugía valvular mitral es un procedimiento seguro y útil para recuperar el ritmo sinusal.

Palabras Claves: Cirugía valvular mitral. Fibrilación auricular. Ablación por radiofrecuencia. Exclusión de venas pulmonares. Procedimiento de "maze".

*Cirujano Cardiotorácico. Jefe del Departamento de Cirugía Cardiotorácica y Asistencia Circulatoria de la UMAE, Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza" del Centro Médico Nacional "La Raza", IMSS. México DF. México.

**Perfusionista, Departamento de Medicina Extracorpórea de la UMAE, Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS. México DF. México.

***Anestesióloga. Jefe del Departamento de Medicina Extracorpórea de la UMAE, Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, IMSS. México DF. México.

RESUMO

TRATAMENTO DA FIBRILAÇÃO ATRIAL COM RADIOFREQUÊNCIA ASSOCIADO A CIRURGIA VALVAR MITRAL

Introdução: 50% dos pacientes que requerem cirurgia valvar mitral apresentam fibrilação atrial com o risco de produção de eventos tromboembólicos. Apresentamos nossa experiência inicial utilizando a ablação com radiofrequência associada à cirurgia mitral para tratamento da fibrilação atrial em casos selecionados.

Material e Métodos: Entre 1 de outubro de 2003 e 31 de março de 2008, selecionamos pacientes com enfermidade valvar mitral e fibrilação atrial com ablação por radiofrequência rodeando as veias pulmonares e unindo ambas as zonas; realizamos cirurgia valvar mitral com ressecção da membrana esquerda e ablação lineal externa da parede da aurícula direita da veia cava superior para a veia cava inferior.

Resultados: Durante esse período, tratamos 44 pacientes com uma idade média de 49.5 ± 16.2 anos. Os tempos de pinçamento aórtico e de duração da derivação cardiopulmonar foram de 69 ± 27 minutos e 90 ± 18 minutos, respectivamente. O tempo adicional de isquemia requerido para realizar a ablação foi de 6 ± 2 minutos. Houve uma disfunção precoce (2.2%) por falha cardíaca pré existente. Em 80% dos pacientes tiveram recuperação do ritmo sinusal. Não houve complicações perioperatórias.

Conclusão: A ablação com radiofrequência combinada com a cirurgia valvar mitral é um procedimento seguro e útil para recuperar o ritmo sinusal.

Palavras chave: Cirurgia valvar mitral. Fibrilação atrial. Ablação por radiofrequência. Exclusão de veias pulmonares. Procedimento de "maze".

ABSTRACT

RADIOFREQUENCY TREATMENT FOR ATRIAL FIBRILLATION COMBINED WITH MITRAL VALVE SURGERY

Introduction: 50% of patients undergoing mitral valve surgery have atrial fibrillation, with the risk of thromboembolic events. We have presented our initial experience with the use of the radiofrequency ablation associated with mitral valve surgery for the treatment of atrial fibrillation in selected patients.

Material and Methods: Between October 1, 2003 and March 31, 2008, we selected patients with mitral valve disease end atrial fibrillation and we carried out the mitral valve surgery and radiofrequency exclusion of pulmonary veins, linear union of this exclusion, surgical resection of the left atrial appendage and radiofrequency lesion of the right atrial wall since the origin of superior vena cava to the inferior vena cava.

Results: During this period of time, 44 patients with a mean age of 49.5 ± 16.2 years old, were submitted to this procedure. The mean time of the aortic cross-clamping and cardiopulmonary bypass were 69 ± 27 minutes and 90 ± 18 minutes, respectively. The additional ischemic time needed to perform the maze procedure was 6 ± 2 minutes. There was one (2.2%) in-hospital death due to previous heart failure. In 80% of patients, sinus rhythm was recovered. There were no perioperative complications.

Conclusion: Radiofrequency ablation for atrial fibrillation combined with mitral valve surgery is an useful and safe procedure to the recovery of sinus rhythm.

Key words: Mitral valve surgery. Atrial fibrillation. Radiofrequency ablation. Pulmonary vein-exclusion. Maze procedure.

INTRODUCCIÓN

Se conoce como fibrilación auricular (fA) a una taquiarritmia supraventricvular caracterizada por la activación auricular incoordinada que deteriora la función auricular mecánica con la completa ausencia de la sístole auricular y que se refleja en el electrocardiograma (ECG) con la ausencia de la onda P antes de cada complejo QRS. Las ondas P se reemplazan por ondas "f" que varían de tamaño, duración y morfología(1).

Aunque pareciera que al momento actual no existe acuerdo general para la descripción de los diferentes tipos de fibrilación auricular(1), la propuesta más simple es clasificarla como aguda o de primera vez y recurrente(2) y, a su vez, la fA recurrente puede subclasificarse en paroxística, persistente y permanente(1-3). Cuando cada episodio de fA recurre y se autoelimina con duración menor a siete días, se denomina fA paroxística. El término "persistente" se aplica a la fA que no remite en forma espontánea y que a su vez, requiere cardioversión farmacológica o eléctrica. La fA permanente no puede revertirse a ritmo sinusal aún con cardioversión eléctrica. Esta sencilla clasificación puede sobreponerse a otras formas de clasificar esta arritmia(1).

Comúnmente la fA se asocia con enfermedades estructurales del corazón a pesar que puede aparecer sin que se determine alguna causa aparente(1). La persistencia de la fA se debe a una masa crítica de tejido auricular que tiene proceso inflamatorio o de fibrosis que permite la difusión de múltiples ondas de depolarización eléctrica.

Por otro lado, la fA como arritmia sostenida tiene una prevalencia de 0.4%(4) la cual se incrementa con la edad casi hasta el 9% en pacientes mayores de 80 años(5). Además se asocia con el incremento en la mortalidad por causas cardiovasculares como así también con la posibilidad de favorecer los eventos vasculares cerebrales (EVC) en ausencia de un esquema adecuado de anticoagulación(6).

Figura 1: Se observa el sistema de ablación por radiofrecuencia. La flecha señala la porción maleable del sistema que en ese momento se aplica en la exclusión de las venas pulmonares derechas.

Además de lo anteriormente mencionado, la fA se encuentra presente en cerca del 50% de los pacientes que requieren cirugía de la válvula mitral(7) para los que en el pasado no había alguna solución quirúrgica apropiada para tratar esta arritmia; hasta que en 1987 se inició la aplicación de la cirugía de "maze" (laberinto), combinada con la cirugía de la válvula mitral con buenos resultados sin incremento ni en la morbilidad ni en la mortalidad perioperatorias(7).

La operación original de "maze" utiliza múltiples incisiones en las aurículas para crear cicatrices lineales que separan el miocardio en pequeñas bandas(8), permaneciendo unidas en sus extremos, favoreciendo de esta forma a una depolarización normal y a la contracción en ritmo sinusal de tal manera que las cicatrices entre las bandas actúan como barreras para contener las ondas múltiples de la fA. La operación se ha perfeccionado y existen versiones III y IV que permiten un éxito cercano al 93% de los casos a tres meses del procedimiento(9), aunque con la tecnología actual, la necesidad de cirugía a corazón abierto ha limitado la aplicación del procedimiento a casos que requieren este tipo de cirugía por otras causas(10).

La ablación con catéteres de radiofrecuencia (RF) se convirtió en una manera importante para tratar pacientes con arritmias supraventriculares(11-13) y en aquellos pacientes con *flutter* auricular (FA) o taquicardias de re-entrada la RF se utiliza para crear lesiones lineales en la pared auricular para interrumpir los circuitos de re-entrada(14). Con la aparición de este tipo de dispositivos para aplicación quirúrgica, se han utilizado en el tratamiento de la fA. Además de lo que se mencionó con anterioridad, la reciente inclusión de sistemas de ablación con microondas que crean radiación electromagnética con una mayor profundidad de la lesión en la pared ha tenido un éxito cercano al 80% en el

tratamiento de la fA(15).

El propósito de este trabajo es presentar nuestra experiencia inicial en el tratamiento de la fA con radiofrecuencia.

MATERIAL Y MÉTODOS

Seleccionamos un grupo de pacientes con enfermedad valvular mitral y fA crónica tributarios de tratamiento quirúrgico en una unidad de atención médica de tercer nivel del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Se trataron a todos los pacientes con la lesión de la válvula mitral y se sometieron a ablación intraoperatoria con radiofrecuencia entre el 1 de octubre del 2003 y el 31 de marzo de 2008.

El procedimiento quirúrgico se desarrolló de la siguiente manera: a través de esternotomía media y protocolo convencional de canulación para derivación cardiopulmonar (DCP); se inició la DCP y los pacientes se sometieron a hipotermia de 30-32° C. Se efectuó pinzamiento transversal de aorta ascendente y se indujo paro cardíaco con solución de Bretschneider (HTK, por su contenido de histidina, triptófano y cetoglutarato) y para la ablación se utilizó una sonda con siete puntos de contacto, maleable para adaptarla a la zona de contacto en el corazón (Fig. 1). Dicha sonda se conectó a una consola donde se programó la temperatura, número de electrodos de contacto y la energía (Boston Scientific, USA).

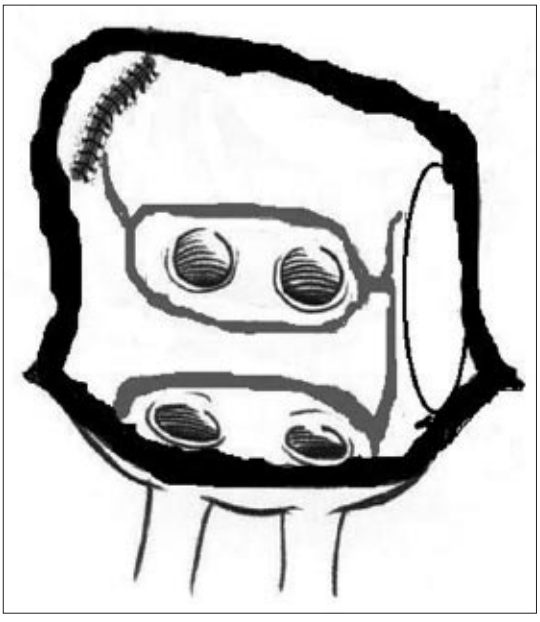

Figura 2: El esquema presenta las áreas en que se aplica la radiofrecuencia. En gris se observa que se rodea la entrada de las venas pulmonares, se extiende otra línea de lesión hacia el cierre de la base de la orejuela de la aurícula izquierda y una más hacia la válvula mitral que además une las lesiones circunferenciales que rodean las venas pulmonares.

Realización del procedimiento en la aurícula izquierda: para realizar las lesiones en la aurícula izquierda, se aplicó el mismo procedimiento en todos los pacientes. Inicialmente, se efectuó la auriculotomía izquierda y a continuación se procedió a la resección de la orejuela izquierda, cerrando su base con doble sutura con monofilamento de polipropileno 2-0. Posteriormente, se efectuó la cirugía mitral (reconstrucción, comisurotomía o reemplazo valvular) y se procedió a colocar la sonda de RF en los bordes posteriores de las venas pulmonares del lado derecho para crear una lesión que se unía a la auroculotomía realizada. Se utilizó una temperatura de 70°C, con una energía de 90 Watts por un lapso promedio de 60 segundos (aunque el máximo de tiempo aceptable fue de 120 segundos por área seleccionada). Se continuó con una lesión que rodeó la entrada de las venas pulmonares izquierdas en la aurícula cuyo resultado fue una lesión transmural en la llegada de las 4 venas pulmonares. Dicha lesión se une con una lesión lineal y finalmente una más se realiza hacia la válvula mitral (Fig 2). Una vez finalizado el procedimiento, se cerró la aurícula izquierda y se dejó el catéter para "deairear" las cavidades.

Aplicación en la aurícula derecha: colocamos la sonda longitudinal uniendo la llegada de la vena cava superior y de la vena cava inferior a la aurícula derecha y creamos una lesión lineal en la pared externa con la misma temperatura, energía y tiempo que en la aurícula izquierda.

Como en todos los casos, se colocó un electrodo epicárdico temporal para marcapaso, se procedió al destete de la DCP, retiro de cánulas, hemostasia y cierre de pared por planos en la forma habitual, dejando sondas de drenaje torácico.

Finalmente, se trasladó al paciente a la uni-

dad de terapia post-quirúrgica para su vigilancia post-operatoria.

Tratamiento post-operatorio: control de las arritmias: se vigilaron los niveles de electrolitos séricos, sobre todo potasio y magnesio. En cuanto a los pacientes, mantuvieron una frecuencia cardíaca espontánea en ritmo sinusal mayor a 60 latidos por minuto; se les administró amiodarona, la misma que se mantuvo durante tres meses de post-operatorio. La vigilancia del ritmo se realizó mediante toma de ECG. De persistir fA, se procedió incluso a cardioversión y se consideró como falla del procedimiento quirúrgico en caso de no responder a la terapia. En caso de bloqueo o presencia de ritmo nodal, no se utilizaron antiarrítmicos y de persistir se procedió al implante de un marcapaso definitivo. Gasto urinario: se mantuvo entre 0.5-2 cc/kg/h incluso con aplicación de diurético, dependiendo de la respuesta del paciente. Anticoagulantes/antiagregantes plaquetarios: en el caso de colocación de prótesis, se utilizó el warfarína para mantener el INR entre 2.5 y 3.5 de manera permanente. Si se realizó únicamente comisurotomía o plastía de la válvula, la aspirina se utilizó por tres meses únicamente.

Una vez egresados los pacientes, el seguimiento fue mensual incluyendo la toma de ECG para verificar el ritmo cardíaco.

RESULTADOS

Entre el 1 de octubre de 2003 y el 31 de marzo de 2008, 44 pacientes (38 mujeres y 6 varones), con una edad promedio de 49.5 ± 16.2 años, se sometieron a cirugía valvular mitral y a un procedimiento de ablación con RF para tratar lesiones de la válvula mitral concomitantes con fA.

Los procedimiento realizados fueron: un paciente (2.2%), *"toillete"* de una prótesis valvular mecánica por trombosis, tres (6.8%) plastías de la válvula mitral y 40 (90.9%) pacientes recibieron reemplazo valvular mitral. En este grupo, los procedimientos asociados incluyeron: sustitución valvular aórtica (*n*=1), reparación valvular tricuspídea (*n*=2) y miomectomía septal interventricular por cardiomiopatía idiopática obstructiva (*n*=1). El tiempo de pinzamiento aórtico fue de 69 ± 27 minutos en los que se incluye el tiempo de isquemia adicional para realizar el procedimiento de "maze" que fue de 6 ± 2 minutos, el tiempo de DCP fue de 90 ± 18 minutos.

Hubo una defunción perioperatoria (2.2%) por falla cardíaca secundaria a daño miocárdico previo con baja fracción de expulsión preoperatorio.

El tiempo promedio de seguimiento para el resto de los pacientes fue de 15 meses con rango de 7 a 65 meses. Todos los pacientes sobrevivientes fueron vigilados en forma mensual durante el primer año de la cirugía y posteriormente, cada tres meses y en este grupo la sobrevida a 5 años es de 100%.

El procedimiento quirúrgico eliminó la fA en 34 pacientes (79.06%) y en ellos la libertad de fA a un año fue de 90 ± 1.2%, 80% ± 2% a dos años y 76% ± 3.2% al quinto año. Ninguno de nuestros pacientes requirió marcapaso definitivo.

DISCUSION

Entre los mecanismos que originan la fA al menos se mencionan tres posibilidades importantes en su origen y mantenimiento (1,15). El primero es que existen áreas de músculo auricular con aumento en el automatismo localizadas dentro de las venas pulmonares, sobre todo, en aquellos casos de fA paroxística(15). Este incremento en el automatismo produce múltiples latidos ectópicos que pueden ser los iniciadores de episodios de fA y probablemente en casos seleccionados, los pacientes se pueden curar en forma definitiva con ablación con RF de esta zona(16,17). Otra posibilidad es la remodelación eléctrica de la auricular combinada con aumento en el flujo intracelular de calcio que produce acortamiento del período refractario de la aurícula, el mismo que ocasiona incremento en la duración y estabilidad de la fA(18,19) y la última posibilidad es que exista re-entrada de múltiples ondas en la superficie auricular que sean sostenidas por zonas de bloqueo funcional(20).

Entre el 40% y el 60% de pacientes que requieren cirugía mitral, tienen fA(21,23) y habitualmente la función contráctil mejora después de la cirugía valvular aunque en muchos pacientes la fA persiste después de la

cirugía(24). Dado que la terapia farmacológica y/o eléctrica es inefectiva, esta arritmia se puede considerar como permanente. La revaloración de las indicaciones de la cirugía de "maze" combinada con cirugía de la válvula mitral es razonable de tal manera que Fukuda y col piensan que la fA se encuentra presente en lesiones mitrales no reumáticas, sobre todo las susceptibles de reparación. Éstas son los mejores candidatos para combinar los procedimientos y evitar el riesgo del uso permanente de anticoagulantes(25). Deneke y col(26), en un estudio aleatorizado demuestran en 30 casos que la combinación de ablación y reemplazo valvular mitral tuvo una mortalidad a 30 días de 0% y a 12 meses después el ritmo sinusal se mantuvo en el 80% de los pacientes, comparados con el grupo control. Por otro lado, en población sueca Lönerrholm y su grupo(27) demostraron que tanto a 6 meses y a un año después de la operación de "maze", la operación mejora la calidad de vida en grupos seleccionados de pacientes con fA paroxística o crónica refractaria a terapia antiarrítmica en forma significativa.

Fumitaka y col(28) aplicaron el "maze" III (corte y sutura) a 30 pacientes logrando restaurar el ritmo sinusal en 27 casos (90%).

Jatene y su grupo(29) demostraron una tasa baja de tromboembolismo en pacientes con enfermedad valvular mitral y fA tratados con el procedimiento de "maze".

Resulta obvio insistir en que el ideal es recuperar el ritmo sinusal a fin de evitar la remodelación cardíaca inducida por taquicardia y falla cardíaca secundaria(15).

En la actualidad ya existen otras opciones de tratamiento para la fA que incluyen la crioablación ya que acorta el tiempo quirúrgico y se trata de un procedimiento más simple.

Sin embargo, es fundamental insistir en que independientemente de la forma de realizar el procedimiento ya sea con bisturí, RF, crioablación u otras, es indispensable crear lesiones auriculares transmurales para prevenir la recurrencia tardía de la fA(30,31), sin dejar de considerar la morbilidad asociada con las diferentes formas de tratamiento entre las que se incluye la isquemia cerebral transitoria o EVC en 1.9%, la necesidad de marcapaso definitivo en 5.9% y una posibilidad de muerte hasta en el 1% de los casos(15).

Si bien es cierto que diversos grupos quirúrgicos han desarrollado variantes en el procedimiento de ablación, prácticamente todos incluyen la exclusión de las venas pulmonares sin olvidar que se han encontrado otros focos en la vena cava superior, en el seno coronario y en ambas aurículas(15,32).

Como ya se ha mencionado, la creación de lesiones en la pared auricular por medio de microondas ha permitido eliminar la fA crónica hasta en el 80% de los pacientes(15).

En la experiencia de nuestro grupo que presentamos aquí, encontramos que cuando excluímos con radiofrecuencia las venas pulmonares, resecamos la orejuela izquierda y efectuamos la lesión longitudinal en la aurícula derecha desde la embocadura de la vena cava superior hasta la de la vena cava inferior, el éxito del procedimiento es cercano al 80%.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, podemos concluir que en pacientes con fibrilación auricular asociada con patología valvular mitral, la ablación con radiofrecuencia combinada con cirugía valvular mitral es un método de tratamiento seguro y eficaz.

Conflicto de interés: Ninguno

REFERENCIAS

1. Fuster, V.; Ryden, L.E.; Asinger, R.W.; Cannom, D.S.; Crijns, H.J.; Frye, R.L. et al. ACC/AHA/ESC Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation: Executive Summary - A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines and Policy Conferences (Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients with Atrial Fibrillation), developed in collaboration with the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Circulation 2001; 104: 2118-50.

2. Sopher, S.M.; Camm, A.J. Theory for atrial fibrillation: control of the ventricular response and prevention of recurrence. Coron Artery Dis 1995; 6: 106–114.

3. Waktare, J.E.P.; Cam, A.J.. How do we maintain sinus rhythm in paroxysmal atrial fibrillation? Consensus statement on atrial fibrillation in hospital and general practice. Proc R Coll Physicians Edinb 1999; 29:5–12.

4. Ostrander, L.D. Jr; Brandt, R.L.; Kjelsberg, M.O.; Epstein, F.H. Electrocardiographic findings among the

adult population of a total natural community, Tecumseh, Michigan. Circulation. 1965; 31:888–898.

5. Kannel, W.B.; Abbott, R.D.;Savage, D.D.;McNamara, P.M.. Epidemiologic features of chronic atrial fibrillation: the Framingham study. N Engl J Med. 1982; 307:1018–1022.

6. Wolf, P.A.; Abbott, R.D.; Kannel, W.B. Atrial fibrillation: a major contributor to stroke in the elderly: the Framingham study. Arch Intern Med. 1987; 147:1561–1564.

7. Ad N, Cox, J.L. Combined mitral valve surgery and the Maze III procedure. Semin Thorac Cardiovasc Surg 2002; 14: 206-209.

8. Cox, J.L.; Schuessler, R.B.; Cain, M.E.; Corr, P.B.; Stone, C.M.; D'Agostino, H.J. Jr, et al. Surgery for atrial fibrillation.Semin Thorac Cardiovasc Surg 1989;1: 67–73.

9. Cox, J.L.;Schuessler, R.B.; Lappas, D.G.; Boineau, J.P.. An 81/2-year experience with surgery for atrial fibrillation. Ann Surg 1996; 224: 267–273.

10. Vardas, P.E. Non-pharmacological treatment of atrial fibrillation: a heretic's appraisal. PACE 2000; 23: 395–401.

11. Jackman, W.M.; Wang, X.; Friday, K.J.; Roman, C.A.; Moulton, K.P.; Beckman, K.P. et al Catheter ablation of accessory atrioventricular pathways (Wolff-Parkinson-White syndrome) by radiofrequency current. N Engl J Med. 1991; 324:1605-1611.

12. Jazayeri, M.R.; Hempe, S.L.; Sra, J.S. Dhala, A.A.; Blanck, Z.; Deshpande, S.S. et al. Selective transcatheter ablation of the fast and slow pathways using radiofrequency energy in patients with atrioventricular nodal reentrant tachycardia. Circulation. 1992; 85:1318-1328.

13. Wen, M.S.; Yeh, S.J.;Wang, C.C.; Lin, F.C.;Chen, I.W.; Wu, D. Radiofrequency ablation therapy in idiopathic left ventricular tachycardia with no obvious structural heart disease. Circulation. 1994; 89:1690-1696.

14. Cauchemez, B.; Haissaguerre, M.; Fischer, B.; Thomas, O.; Clementy, J.;, Coumel, P. Electrophysiological effects of catheter ablation of inferior vena–tricuspid annulus isthmus in common atrial flutter. Circulation. 1996; 93: 284-294.

15. Bakir, I.; Casselman, F.P.; Brugada, P.; Geelen, P., Wellens, F.; Degrieck, I.et al. Current strategies in the surgical treatment of atrial fibrillation: review of the literature and Onze Lieve Vrow Clinic's strategy. Ann Thorac Surg 2007; 83: 331-340.

16. Gallagher, M.M.; Camm, A.J. Classification of atrial fibrillation. PACE 1997; 20: 1603–1605.

17. Pelosi, F. Jr.; Morady, F. Evaluation and management of atrial fibrillation. Med Clin North Am 2001; 85: 225–244.

18. Jaïs, P.; Haissaguerre, M.; Shah, D.C.; Chouari, S.; Gencel, L.; Hacini, M.et al. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. Circulation 1997; 95:572–576.

19. Ausma, J.; Dispersyn, G.D.; Duimel, H.; Thoné, F.; Ver Donck, L.;, Allesie, M.A. et al. Change in ultrastructural calcium distribution in goat atria during atrial fibrillation. J Mol Cell Cardiol 2000; 32:355–364.

20. Moe, G.K.; Rheinboldt, W.C.; Abildskov, J.A

21. Computer model for atrial fibrillation. Am Heart J 1964; 67:200–220.

22. Chua, L.Y.; Schaff, H.V.; Orszulak, T.A.; Morris, J.J. Outcome of mitral valve repair in patients with preoperative atrial fibrillation. Should the maze procedure be combined with mitral valvuloplasty? J Thorac Cardiovasc Surg. 1994; 107:408-415.

23. Kawaguchi, A.T.; Kosakai, Y.; Sasako, Y.; Eishi, K.; Nakano, K.; Kawashima, Y. Risks and benefits of combined maze procedure for atrial fibrillation associated with organic heart disease. J Am Coll Cardiol. 1996; 28:985-990.

24. Handa, N.; Schaff, H.V.; Morris, J.J.; Anderson, B.J.; Kopecky, S.L.; Enriquez-Sarano M. Outcome of valve repair and the Cox maze procedure for mitral regurgitation and associated atrial fibrillation. J Thorac Cardiovasc Surg. 1999; 118:626-635.

25. Brodel, G.K.; Cosgrove, D.; Schiavone, W.; Underwood, D.A.; Loop, F.D. Cardiac rhythm and conduction disturbances in patients undergoing mitral valve surgery. Cleve Clin J Med. 1991; 58:397-399.

26. Fukada, J.; Morishita, K.; Komatsu, K.; Sato, H.; Shiiku, C.; Muraki, S. et al. Is atrial fibrillation resulting from rheumatic mitral valve disease a proper indication for the maze procedure? Ann Thorac Surg 1998; 65: 1566-1570.

27. Deneke, T.; Khargi, K.; Grewe, P.H.; Laczkovics, A.; von Dryander, S.; Lawo, T. et al. Efficacy of an additional MAZE procedure using cooled-tip radiofrequency ablation in patients with chronic atrial fibrillation and mitral valve disease. A randomized, prospective trial. Eur Heart J 2002; 23: 558-566.

28. Lönnerholm, S.; Blomström, P.; Nilsson, L.; Oxelbark, S.; Jideus, L.;, Blomström-Lundqvist C. Effects of the Maze operation on health-related quality of life in patients with atrial fibrillation. Circulation 2000; 101: 2607-2611.

29. Fumitaka, I.; Kawashima, Y. The outcome and indications of the Cox maze III procedure for chronic atrial fibrillation with mitral valve disease. J Thorac Cardiovasc Surg 1998; 116: 220-227.

30. Jatene, M.B.; Marcial, M.B.; Tarasoutchi, F.; Cardoso, R.A.; Pomerantzeff, P.; Jatene, A.D. Influence of the maze procedure on the treatment of rheumatic atrial fibrillation - evaluation of rhythm control and clinical outcome in a comparative study. Eur J Cardiothorac Surg 2000; 17: 117-124.

31. Cox, J.L.; Ad, N.; Palazzo, T. Impact of the Maze procedure on the stroke rate in patients with atrial fibrillation. J Thorac Cardiovasc Surg 1999; 118: 833-840.
32. Cox, J.L.; Ad N. New surgical and catheter-based modifications of the Maze procedure. Semin Thorac Cardiovasc Surg 2000; 12: 68-73.
33. Hindricks, G.; Mohr, F.W.; Autscbach, R.; Kottkamp, H. Antiarrhytmic surgery for treatment of atrial fibrillation-new concepts. Thorac Cardiovasc Surg 1999; 47 (supl 3): 365-369.