

# Tratamento Cirúrgico para Fibrilação Atrial

Roberto Tofani SANT'ANNA<sup>1</sup> Gustavo Glotz de LIMA<sup>2</sup> Tiago Luiz Luz LEIRIA<sup>3</sup>  
Renato Abdala Karam KALIL<sup>4</sup>

Relampa 78024-512

Sant'Anna RT, Lima GG, Leiria TLL, Kalil RAK. Tratamento cirúrgico para fibrilação atrial. Relampa 2010;23(4):239-245.

**RESUMO:** A fibrilação atrial é a arritmia sustentada mais comum e está associada ao aumento do risco de acidente vascular encefálico (AVE), à insuficiência cardíaca e à mortalidade geral. Os resultados obtidos com o tratamento desta arritmia ainda são insatisfatórios. Em geral, o diagnóstico de FA recorrente implica na prescrição de drogas antiarrítmicas e antitrombóticas potencialmente tóxicas para o resto da vida do paciente. A limitação do tratamento atual, junto ao melhor entendimento eletrofisiológico da arritmia, motivaram o tratamento baseado em intervenção, seja por meio de estudo eletrofisiológico ou cirurgia, visando ablação do substrato anatômico e, potencialmente, a cura da arritmia. No presente artigo, nosso objetivo é revisar o tratamento cirúrgico para FA, com enfoque na base fisiopatológica para seu uso, nos resultados obtidos e nas indicações. São apresentados, resumidamente, os resultados do nosso grupo com técnica cirúrgica simplificada, proposta para o tratamento da FA em pacientes com valvulopatia mitral que necessitam correção valvar.

**DESCRITORES:** arritmia, fibrilação atrial, tratamento cirúrgico da fibrilação atrial.

## INTRODUÇÃO

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia sustentada mais frequente, que atinge entre 0,4 e 1,0% da população e vai aumentando com a idade e na presença de doença cardíaca estrutural<sup>1,2</sup>. A morbi-mortalidade, relacionada a essa arritmia, resulta da sua capacidade de afetar o funcionamento cardíaco por meio de três formas principais<sup>3</sup>: 1) aumentando a frequência ventricular, causando palpitações, desconforto e potencial descompensação da doença de base; 2) perda da contração sincrônica atrioventricular (AV) com disfunção ventricular resultante; 3) estase de fluxo sanguíneo no átrio esquerdo (AE), aumen-

tando o risco de tromboembolismo, principalmente acidente vascular encefálico (AVE)<sup>4</sup>.

Os resultados obtidos com o tratamento dessa arritmia ainda são insatisfatórios. A utilização de antiarrítmicos para manter o ritmo sinusal tem resultados inconsistentes e os efeitos colaterais são frequentes. As limitações do tratamento atual, junto ao melhor entendimento eletrofisiológico da arritmia, motivaram o tratamento baseado em intervenção. Quatro formas de tratamento não farmacológico foram avaliadas para prevenir a recorrência da FA: ablação por radiofrequência, cirurgia, marcapasso e desfibriladores atriais implantáveis.

(1) Médico residente do Instituto de Cardiologia - Fundação Universitária de Cardiologia (IC-FUC).

(2) Chefe do serviço de Eletrofisiologia do IC-FUC. Professor da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Doutor em medicina pelo IC-FUC.

(3) Médico membro do serviço de Eletrofisiologia do IC-FUC. Doutor em medicina pelo IC-FUC / Universidade de Montreal.

(4) Cirurgião cardíaco. Diretor científico do IC-FUC. Professor da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Doutor em medicina pelo IC-FUC.

Endereço para correspondência: Dr. Renato Kalil. Av. Princesa Isabel, 395. CEP: 90620-001. Porto Alegre - RS.

Artigo submetido em 11/2010 e publicado em 12/2010.

A primeira cirurgia para FA com efetividade demonstrada foi a do labirinto (proposta por James Cox e colaboradores em 1987 e chamada de *Cox-Maze procedure*), que mediante de incisões e suturas formava linhas de bloqueio ao estímulo cardíaco, segmentando o miocárdio e, conseqüentemente, impedindo a perpetuação das frentes de onda reentrantes da FA<sup>5</sup>. Baseando-se neste conceito e no reconhecimento do papel de focos ectópicos no interior das veias pulmonares<sup>6</sup>, a técnica sofreu uma série de aprimoramentos e simplificações, inclusive pelo nosso grupo, ao longo dos anos.

No presente artigo, nosso objetivo é revisar o tratamento cirúrgico para FA, com enfoque na base fisiopatológica para seu uso, nos resultados obtidos e nas indicações. São apresentados, resumidamente, os resultados do nosso grupo com técnica cirúrgica simplificada, proposta para o tratamento da FA em pacientes com valvulopatia mitral, que necessitam de correção valvar.

### Base fisiopatológica para tratamento cirúrgico da fibrilação atrial

Atualmente, a teoria mais aceita para explicar o mecanismo eletrofisiológico para manutenção da FA é a de "ondas múltiplas", descrita por Moe e cols. em 1959<sup>7</sup> e confirmada pelos estudos de Alessie et al.<sup>8</sup> e Cox et al.<sup>9</sup>. Refere-se à existência de múltiplos impulsos reentrantes simultâneos, que percorrem o miocárdio atrial, criando atividade elétrica contínua que gira, se divide, se fundiona ou se extingue em torno de regiões em que há bloqueio funcional de condução. Enquanto as frentes de ativação encontram miocárdio despolarizável, a FA se perpetua e se extingue quando isso não ocorre. Quanto maior o tamanho dos átrios, maior a chance de desenvolvimento e perpetuação da FA, uma vez que torna mais provável a formação de circuitos reentrantes. Outros fatores envolvidos na indução e perpetuação da FA são extrassístoles atriais, interações com o sistema nervoso autônomo, estiramento das fibras atriais e condução anisotrópica.

Estudos posteriores levaram à redescoberta do conceito de FA focal. Demonstrou-se que a FA pode ser iniciada por focos automáticos com alta frequência de disparo, que geravam condução fibrilatória e padrão eletrocardiográfico de FA<sup>10,11</sup>. Mapeamento endocavitário detalhado revelou que esses focos se localizavam, predominantemente, nas veias pulmonares e, menos frequentemente, no átrio direito, ao longo da crista terminalis. Hoje se acredita que esse seja o principal mecanismo para o início da arritmia. A criação de lesões puntiformes com energia de radiofrequência no sítio de origem desses focos foi capaz de interromper a FA, confirmando o caráter focal da arritmia<sup>12</sup>.

O tratamento cirúrgico da FA se baseia em conceitos simples: 1) O estímulo elétrico cardíaco não

se propaga por cicatrizes. Necessita de miocárdio normal para progredir. Não o encontrando, extingue-se. Não volta pelo mesmo trajeto, devido ao período refratário. 2) A fibrilação atrial resulta de dois ou mais circuitos de reentrada no miocárdio atrial, com propagação errática aos ventrículos. 3) Havendo função sinusal normal, o estímulo, originado no nó sinusal, comandará a contração atrial, desde que não se formem circuitos de reentrada. Na ausência de atividade sinusal, outra porção do átrio assume o comando da estimulação. 4) Retornando à contração atrial rítmica, restaura-se a função de transporte atrial e elimina-se essa causa de tromboembolismos. 5) A frequência ventricular será determinada pelo comando atrial.

### Tratamento cirúrgico da fibrilação atrial

Após experiências experimentais e clínicas, Cox e cols. desenvolveram uma nova cirurgia, denominada de cirurgia do labirinto (*maze*)<sup>13</sup>, com a finalidade de restaurar e manter o ritmo sinusal e ao mesmo tempo preservar a contração atrial. Baseava-se em realizar de uma série de incisões no átrio esquerdo e direito para direcionar a propagação do impulso sinusal por meio de ambos átrios ao mesmo tempo, interrompendo os múltiplos circuitos de macroreentrada responsáveis pela FA. A técnica inicialmente desenvolvida, a Cox-Maze I, foi utilizada em 32 pacientes e apresentou duas limitações: incapacidade dos pacientes atingirem uma resposta cronotrópica adequada durante esforço e, em alguns casos, disfunção atrial esquerda. Esta técnica sofreu simplificações e modificações até o desenvolvimento da *Cox-Maze III*, cirurgia que foi considerada padrão por mais de uma década. Ela é representada esquematicamente na figura 1.

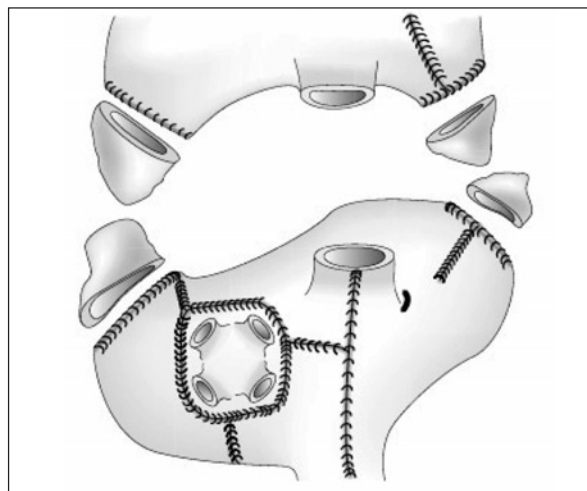


Figura 1 - Incisões atriais direitas e esquerdas da cirurgia do labirinto (Cox 3) em vista posterior do coração. O impulso originado no nó sinusal é impedido de formar circuitos de reentrada e dirigido a despolarizar harmonicamente os átrios. Por apenas um dos caminhos, a despolarização atinge o nó atrioventricular e depois os ventrículos.

Em 1999, Cox et al. publicaram resultados de 306 casos operados por FA primária em 11,5 anos de experiência, com baixa mortalidade (3%), baixo risco de recorrência da arritmia (5%) e baixa taxa de AVC no acompanhamento (1,1%), mesmo considerando que a maior parte não recebeu anticoagulação oral no seguimento<sup>14</sup>. Nos últimos anos, a complexidade desse procedimento e a disponibilidade de tecnologias de ablação mais modernas levaram a técnicas mais simplificadas com resultados igualmente promissores.

### Técnicas atualmente empregadas e resultados Cirurgia do labirinto (Cox-Maze)

Os resultados a longo prazo, reportados com a cirurgia de Cox-Maze III, têm sido excelentes. Uma experiência com 198 pacientes operados na Universidade de Washington demonstrou que, em um acompanhamento de 5.4 anos, 97% dos pacientes estavam em ritmo sinusal, sem diferença entre os casos que realizaram o procedimento isolado ou concomitante<sup>15</sup>. Ao redor de 80% dos pacientes estava sem medicações antiarrítmicas.

Os resultados com a cirurgia de Cox-Maze IV, uma evolução técnica utilizando ablação com radiofrequência, têm sido semelhantes. Em uma experiência de centro único, 91% dos pacientes estava livre de FA no acompanhamento de 6 meses, com mortalidade cirúrgica de 0%<sup>16</sup>. O uso de cateter bipolar de radiofrequência, e a adaptação da técnica reduziram o tempo cirúrgico consideravelmente, com diminuição do tempo de clampamento de  $92 \pm 26$  minutos para  $44 \pm 21$  minutos. A taxa de AVC, após o procedimento de COX, tem sido cerca de 0,1% ao ano, apesar da maioria dos pacientes descontinuar com a anticoagulação oral. Outros centros mostraram resultados semelhantes utilizando essa técnica<sup>17,18</sup>.

A realização da cirurgia para FA é particularmente atrativa quando é associada a outras cirurgias cardíacas, que já têm indicação por si só, visto que acrescenta pouca morbidade e permite uma reversão eficaz da FA. Já se provou eficaz nos cardiopatas isquêmicos, com mortalidade operatória de 2% e ausência de FA em 98% dos remanescentes<sup>19</sup>. Em pacientes portadores de próteses mitrais mecânicas, a cirurgia para FA diminui dramaticamente o risco de AVC tardio<sup>20</sup>.

### Isolamento cirúrgico das veias pulmonares

Considerando experiência prévia bem sucedida com a cirurgia do Labirinto, foram idealizados procedimentos cirúrgicos mais simples, que, na realidade, são a parte da cirurgia do Labirinto que isola as veias pulmonares, acrescida da ressecção do apêndice atrial e de uma incisão perpendicular entre a incisão circular e o anel valvar mitral (para prevenir flutter atrial)<sup>21-23</sup>. O procedimento é ilustrado na figura 2. Esse pro-

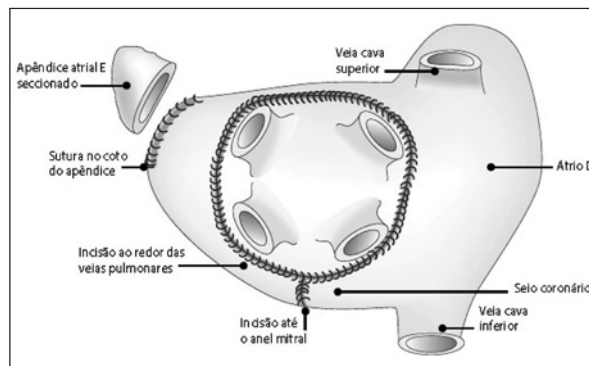


Figura 2 - Isolamento das veias pulmonares (IVP), que inclui incisão ao redor das quatro veias pulmonares, ressecção do apêndice atrial esquerdo e incisão perpendicular àquela circular, até o anel da válvula mitral, para prevenir macrocircuitos de reentrada causadores potenciais de flutter atrial.

cedimento foi realizado em série de 63 casos, entre 1999 e 2005, em nossa instituição. Os pacientes apresentavam idade média de  $57 \pm 11$  anos, FA com duração prévia de  $45 \pm 65$  meses e lesão valvar mitral com indicação cirúrgica. Ocorreram seis óbitos até 30 dias e dois após 30 dias da cirurgia, nessa série. No pós-operatório, foram frequentes bradiarritmias atriais controladas por marcapasso temporário. Ritmo sinusal esteve presente na data da alta hospitalar em 76,8%, e após seguimento médio de  $27 \pm 19$  meses, em 83% dos casos. Marcapasso foi implantado em dois pacientes.

Essa técnica simplificada de isolamento de veias pulmonares (IVP) é eficaz na reversão a ritmo sinusal da FA crônica permanente, de longa duração, e é atrativa por não necessitar de equipamentos especiais, podendo ser feita em qualquer centro cirúrgico habilitado. Com o objetivo de estabelecer a técnica mais adequada, aliando simplicidade e eficiência, para ser associada à correção da cardiopatia estrutural cardíaca no tratamento cirúrgico da fibrilação atrial, foi desenvolvido um estudo prospectivo, randomizado e controlado<sup>22,23</sup>. Nesse estudo, a técnica de isolamento cirúrgico das veias pulmonares por incisão circunferencial ao redor das quatro veias pulmonares, no que se convencionou chamar de *box lesion* na literatura atual, mostrou-se eficaz, resultando em reversão a ritmo sinusal em 80% dos casos na alta hospitalar, e 90% após seguimento médio de 35 meses. Em contrapartida, após cirurgia do Labirinto, 75% receberam alta hospitalar em ritmo sinusal, e 85% o mantinham no mesmo período de seguimento (figura 3).

### Utilização de fontes alternativas de energia

A utilização de energia por radiofrequência (RF), ou menos comumente crioblação e micro-ondas, durante a cirurgia cardíaca, para criar lesões endo-

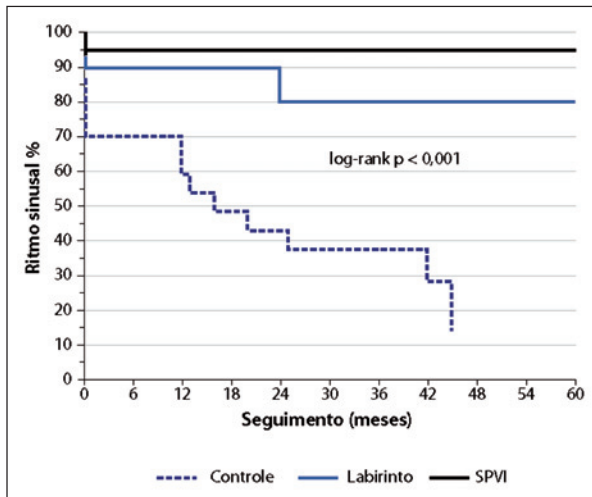


Figura 3 - Reversão a ritmo sinusal (A) em três grupos de pacientes portadores de FA crônica permanente de longa duração, após correção da lesão valvar mitral (Controle), após correção valvar, associada à cirurgia do Labirinto e após correção associada ao isolamento cirúrgico das veias pulmonares (IVP). **Fonte:** Modificado de Albrecht A, et al.<sup>23</sup>

cárdicas lineares, que interrompem a FA é mais rápida e fácil do que o procedimento de corte e sutura realizado tradicionalmente<sup>24,25</sup>. São produzidos cortes homogêneos e uniformes no músculo cardíaco, o que provoca linhas de bloqueios permanentes, podendo, inclusive, ser aplicada por via epicárdica sem o uso de circulação extracorpórea<sup>26</sup>. A ablação linear limitada no átrio esquerdo é tão eficaz quanto à técnica biatrial e é mais rápida e produz menos dano atrial<sup>27</sup>.

Uma metanálise com 3832 pacientes comparou tecnologias alternativas (radiofrequência, micro-onhas ou crioblação) com a técnica clássica. Taxas maiores de sucesso foram reportadas à técnica convencional (84,9%) comparadas com as alternativas (78,3%)<sup>28</sup>. Alguns vieses podem comprometer esses resultados, como a maior incidência de FA paroxística e isolada no grupo em que foi utilizada a técnica clássica, e o acompanhamento não padronizado e inconsistente. De qualquer forma, o estudo demonstrou que o uso dessas formas alternativas de criar lesão, ainda em desenvolvimento, é eficaz no tratamento da FA. Em um estudo randomizado com 22 pacientes com doença valvar mitral e FA permanente, nosso grupo comparou os resultados obtidos por meio da cirurgia simplificada de IVP, utilizando técnica convencional (corte e sutura) com a ablação por radiofrequência por cateter unipolar<sup>29</sup>. A avaliação foi feita clinicamente e mediante eletrodos epicárdios, deixados na região das veias pulmonares isolados e no átrio direito. Foi demonstrado que, pela técnica convencional, as linhas de bloqueio efetuadas eram mais efetivas e determinavam uma taxa menor de recorrência de FA no acompanhamento.

### Ablação do plexo ganglionar

Alguns autores realizam ablação do plexo ganglionar em conjunto com a cirurgia de ablação de FA, baseados nos estudos experimentais, que demonstram que esse plexo tem um papel no início e manutenção da FA<sup>30</sup>. Também já foi demonstrado, passadas quatro semanas da destruição do plexo ganglionar, que há recuperação da atividade autonômica<sup>31</sup>. Entretanto, deve-se esclarecer que a ablação do plexo ganglionar deve ser restrita a pacientes que participam de estudos clínicos.

### Formas menos invasivas

Apesar da eficácia, o tratamento cirúrgico da fibrilação atrial não atingiu uma aplicação ampla e a aplicação limitada tem explicações complementares: primeiro, como por intermédio do tratamento médico não houve benefício na manutenção do ritmo sinusal, é difícil de justificar uma abordagem mais invasiva com resultados potencialmente similares. Segundo, o desenvolvimento de sistemas de mapeamento e ablação tem permitido a abordagem percutânea da FA, que é menos invasiva. Para sobrepor essa limitação, desenvolveram-se abordagens cirúrgicas menos invasivas, destacando-se três abordagens: toracoscopia lateral direita, toracotomia direita e mini-toracotomia bilateral.

A alternativa cirúrgica com maior aceitação tem sido o isolamento de veias pulmonares e remoção do apêndice atrial esquerdo por toracoscopia ou mini-toracotomia bilateral, geralmente, com destruição do plexo ganglionar. Um estudo multicêntrico com essa técnica, incluindo 100 pacientes e acompanhamento de 13,6 meses, foi publicado<sup>32</sup>. Houve reversão para ritmo sinusal em 87% dos casos e nenhum óbito. O tempo de internação médio foi de 5 dias, e a taxa de complicação de 10%. Como as demais técnicas, o tratamento foi mais bem sucedido em casos de FA paroxística do que naqueles casos de FA permanente de longa data, que tiveram sucesso em apenas 70% dos casos.

### Indicações

A Heart Rhythm Society avaliou as indicações de ablação de FA por cateter e cirurgia, em parceria com outras sociedades de cardiologia<sup>33</sup>. Foram estabelecidas as seguintes indicações para ablação cirúrgica da fibrilação atrial:

- 1) Pacientes com FA sintomáticos submetidos a outros tipos de cirurgia cardíaca.
- 2) Pacientes selecionados com FA assintomáticos submetidos a outros tipos de cirurgia cardíaca.
- 3) Pacientes sintomáticos com FA refratária ao tratamento clínico, que não são candidatos ao tratamento por cateter (defeito do septo

atrial, intolerância a anticoagulante, AVE prévio durante ablação anterior, etc), que falharam em uma ou mais tentativa de ablação por cateter, ou que preferem uma abordagem cirúrgica.

Com a evolução da técnica e comprovação da redução do risco de AVE pelo procedimento, futuramente, a indicação pode ser expandida para incluir pacientes com FA e contra-indicação a varfarina, ou que tem FA e tiveram evento embólico na vigência de anticoagulação adequada.

Em contrapartida, a Diretriz Brasileira para Tratamento da FA<sup>34</sup> propõe as seguintes recomendações para tratamento cirúrgico da FA:

- Classe I: Pacientes com FA sintomática, que serão submetidos à cirurgia valvar mitral.
- Classe IIB: Cirurgia para tratamento exclusivo da FA em pacientes com FA sintomática, quando a ablação por cateter tenha falhado ou não possa ser realizada.

## CONCLUSÕES

Com novas informações sobre a origem da FA e com a experiência de eletrofisiologistas e cirurgiões,

novas abordagens vêm surgindo para o tratamento dessa arritmia. Desde o surgimento da cirurgia clássica do Labirinto com extensa manipulação dos átrios, o tratamento evoluiu para formas mais simples e menos invasivas, mantendo a eficácia.

A indicação de tratamento cirúrgico para fibrilação atrial primária ainda é limitada. Porém, diante do exposto, das evidências da literatura e da reprodutibilidade dos resultados, é algo a ser considerado quando deparamos com pacientes em vida ativa, limitados pela arritmia e sob o risco constante de tromboembolismo sistêmico. A presença de trombos atriais, fatores de risco para tromboembolismo, tromboembolismo prévio, intolerância a drogas, sintomatologia acentuada ou evidência de taquimiocardiopatia pode auxiliar na indicação cirúrgica. A tendência, em contrapartida, de se realizarem procedimentos menos invasivos, por toracotomias menores, pode tornar esse procedimento mais atrativo, o que reduz o impacto da agressão cirúrgica. Na fibrilação atrial crônica secundária a lesões orgânicas, em pacientes que vão à cirurgia cardíaca, a realização simultânea de procedimentos simples para restauração do ritmo sinusal acrescenta benefício clínico significativo com melhora na qualidade de vida e possivelmente na sobrevida tardia.

Relampa 78024-512

---

Sant'Anna RT, Lima GG, Leiria TLL, Kalil RAK. Surgical treatment for atrial fibrillation. Relampa 2010;23(4):239-245.

**ABSTRACT:** The atrial fibrillation is the most common sustained arrhythmia and it is associated with the increased risk of vascular encephalic strokes (VES), with heart failure and with overall mortality. The results from the treatment of this arrhythmia are not yet satisfactory. Generally, the diagnostics of recurrent AF indicates prescribing life-long, potentially toxic, antiarrhythmic and antithrombotic drugs to the patients. The limitation of the current treatment, with the better electrophysiological understanding of arrhythmia, motivated the treatment based on intervention, whether through surgery or electrophysiologic study, aimed at ablation of the anatomical substrate and potentially cure the arrhythmia. In this paper, our goal is to review the surgical treatment for AF, with a focus on the physiological basis for its use, and the results obtained in the indications. The results of our group with simplified surgical technique are shown briefly, proposed for the treatment of AF in patients with mitral valve disease requiring valve repair.

**DESCRIPTORS:** arrhythmia, atrial fibrillation, surgical treatment for atrial fibrillation.

---



Sant'Anna RT, Lima GG, Leiria TLL, Kalil RAK. Tratamiento quirúrgico para la fibrilación auricular. *Relampa* 2010;23(4):239-245.

**RESUMEN:** La fibrilación auricular es la arritmia sostenida más común y está asociada con el aumento del riesgo de accidente vascular encefálico (AVE), la insuficiencia cardíaca y la mortalidad general. Los resultados obtenidos con el tratamiento de esta arritmia todavía son insatisfactorios. En general, el diagnóstico de FA recurrente involucra la prescripción de drogas antiarrítmicas y antitrombóticas potencialmente tóxicas para el resto de la vida del paciente. La limitación del tratamiento actual, junto con la mejor comprensión electrofisiológica de la arritmia, han motivado el tratamiento basado en la intervención, sea por medio de estudio electrofisiológico o cirugía, con vistas a la ablación del sustrato anatómico y, potencialmente, la cura de la arritmia. En el presente artículo, nuestro objetivo es revisar el tratamiento quirúrgico para la FA, con énfasis en la base fisiopatológica para su uso, los resultados obtenidos y las indicaciones. Se presentan, resumidamente, los resultados de nuestro grupo con técnica quirúrgica simplificada, propuesta para el tratamiento de la FA en pacientes con valvulopatía mitral que necesitan corrección valvar.

**DESCRIPTORES:** arritmia, fibrilación auricular, tratamiento quirúrgico de la fibrilación auricular.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Go AS, Hylek EM, Phillips KA, et al. Prevalence of diagnosed atrial fibrillation in adults: national implications for rhythm management and stroke prevention: the Anticoagulation and Risk Factors in Atrial Fibrillation (ATRIA) Study. *JAMA* 2001;285:2370-5.
- 2 - Feinberg WM, Blackshear JL, Laupacis A, et al. Prevalence, age distribution, and gender of patients with atrial fibrillation. Analysis and implications. *Arch Intern Med* 1995;155:469-73.
- 3 - Hart RG, Halperin JL, Pearce LA, et al. Lessons from the stroke prevention in atrial fibrillation trials. *Ann Intern Med* 2003;138(10):831-8.
- 4 - Stewart S, Murphy N, Walker A, et al. Cost of an emerging epidemic: an economic analysis of atrial fibrillation in the UK. *Heart* 2004;90:286-92.
- 5 - Cox JL, Schuessler RB, D'Agostino HJ Jr, et al. The surgical treatment of atrial fibrillation III. Development of a definitive surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991;101:569-83.
- 6 - Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, Chouairi S, Gencel L, Hocini N, Clementy J. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 1997;95:572-6.
- 7 - Moe GK, Abildskov JA. Atrial fibrillation as a self-sustaining arrhythmias independent of focal discharge. *Am Heart J* 1959;58:59-70.
- 8 - Allesie MA, Lammers WJEP, Bonke FIM, et al. Experimental evaluation of Moe's multiple wavelet hypothesis of atrial fibrillation. In: Zipes DP, Jalife J, eds. *Cardiac electrophysiology and arrhythmias*. New York: Grune & Stratton; 1985:265-75.
- 9 - D'Agostino Jr. HJ, Harada A, Schuessler RB, Boineau JP, Cox JL. Global epicardial mapping of atrial fibrillation in a canine model of chronic mitral regurgitation. *Circulation* 1987;76(Suppl 4):165.
- 10 - Jais P, Haissaguerre M, Shah DC, Chouairi S, Gencel L, Hocini N, Clementy J. A focal source of atrial fibrillation treated by discrete radiofrequency ablation. *Circulation* 1997;95:572-6.
- 11 - Haissaguerre M, Jais P, Shah DP, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, Garrigue S, Mouroux AL, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med* 1998;339:659-66.
- 12 - Chen SA, Hsieh MH, Tai CT, et al. Initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating from pulmonary veins: electrophysiological characteristics, pharmacological responses, and effects of radiofrequency ablation. *Circulation* 1999;100:1879-86.
- 13 - Cox JL. The surgical treatment of atrial fibrillation. IV. Surgical technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991;101:584-92.
- 14 - Cox JL, Ad N, Palazzo T. Impact of the maze procedure on the stroke rate in patients with atrial fibrillation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118(5):833-40.
- 15 - Prasad SM, Maniar HS, Camillo CJ, et al. The Cox maze III procedure for atria fibrillation: long-term efficacy in patients undergoing lone versus concomitant procedures. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126(6):1822-8.
- 16 - Gaynor SL, Diodato MD, Prasad SM, et al. A prospective, single-center clinical trial of a modified Cox maze procedure with bipolar radiofrequency ablation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2004;128(4):535-42.
- 17 - Bando K, Kobayashi J, Hirata M, et al. 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(2):358-64.
- 18 - Sie H, Beukema WP, Elvan A, Ramdat Misier AR. Long-term results of irrigated radiofrequency modified maze procedure in 200 patients with concomitant cardiac surgery: six years experience. *Ann Thorac Surg* 2004;77(2):512-6.

- 19 - Damiano RJ Jr, Gaynor SL, Bailey M, et al. The long-term outcome of patients with coronary disease and atrial fibrillation undergoing the Cox maze procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126(6):2016-21.
- 20 - Bando K, Kobayashi J, Hirata M, et al. 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(2):358-64.
- 21 - Kalil RA, Lima GG, Leiria TL, Abrahão R, Pires LM, Prates PR, Nesralla IA. Simple surgical isolation of pulmonary veins for treating secondary atrial fibrillation in mitral valve disease. *Ann Thorac Surg* 2002;73(4):1169-73.
- 22 - de Lima GG, Kalil RA, Leiria TL, Hatem DM, Kruse CL, Abrahão R, Sant'anna JR, Prates PR, et al. Randomized study of surgery for patients with permanent atrial fibrillation as a result of mitral valve disease. *Ann Thorac Surg* 2004;77(6):2089-94.
- 23 - Albrecht A, Kalil RAK, Schuch L, Abrahão R, Sant'Anna JRM, de Lima GG, Nesralla IA. Randomized study of surgical isolation of the pulmonary veins for correction of permanent atrial fibrillation associated with mitral valve disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;138:454-9.
- 24 - Mantovan R, Raviele A, Buja G, Bertaglia E, Cesari F, Pedrocco A, Zussa C, Gerosa G, et al. Left atrial radiofrequency ablation during cardiac surgery in patients with atrial fibrillation. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2003;14(12):1289-95.
- 25 - Gaita F, Riccardi R, Caponi D, Shah D, Garberoglio L, Vivalda L, Dulio A, Chiecchio A, et al. Linear cryoablation of the left atrium versus pulmonary vein cryoisolation in patients with permanent atrial fibrillation and valvular heart disease: correlation of electroanatomic mapping and long-term clinical results. *Circulation* 2005;111(2):136-42.
- 26 - Halkos ME, Craver JM, Thourani VH, et al. Intraoperative radiofrequency ablation for the treatment of atrial fibrillation during concomitant cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2005;80(1):210-5.
- 27 - Deneke T, Khargi K, Grewe PH, von Dryander S, Kuschwitz F, Lawo T, Muller KM, Laczkovics A, et al. Left atrial versus bi-atrial Maze operation using intraoperatively cooled-tip radiofrequency ablation in patients undergoing open-heart surgery: safety and efficacy. *J Am Coll Cardiol* 2002;39(10):1644-50.
- 28 - Khargi K, Hutten BA, Lemke B, Deneke T. Surgical treatment of atrial fibrillation; a systematic review. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005;27:258-65.
- 29 - Pires LM, Leiria TL, de Lima GG, Kruse ML, Nesralla IA, Kalil RA. Comparison of surgical cut and sew versus radiofrequency pulmonary veins isolation for chronic permanent atrial fibrillation: a randomized study. *Pacing Clin Electrophysiol* 2010;33(10):1249-57.
- 30 - Scherlag BJ, Nakagawa H, Jackman WM, et al. Electrical stimulation to identify neural elements on the heart: their role in atrial fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol* 2005;13(Suppl 1):37-42.
- 31 - Mounsey JP. Recovery from vagal denervation and atrial fibrillation inducibility: effects are complex and not always predictable. *Heart Rhythm* 2006;3(6):709-10.
- 32 - Beyer E, Lee R, Lam BK. Point: minimally invasive bipolar radiofrequency ablation of lone atrial fibrillation: early multicenter results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2009;137:521-6.
- 33 - Calkins H, Brugada J, Packer DL, et al. 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. *Heart Rhythm* 2007;4(6):816-61.
- 34 - Diretrizes Brasileiras de Fibrilação Atrial. *Arq Bras Cardiol* 2009;92(6):1-39.