

## Ablação do *Flutter* Atrial Típico: Estudo Prospectivo e Randomizado do Cateter Irrigado Fechado versus Cateter com Eletrodo Distal de 8 mm

*Ablation of Typical Atrial Flutter: A Prospective Randomized Study of Cooled-tip versus 8-mm-tip Catheters*

Sissy L. Melo, Mauricio I. Scanavacca, Francisco C. C. Darrieux, Denise T. Hachul, Eduardo A. Sosa

Instituto do Coração do Hospital das Clínicas – FMUSP - São Paulo, SP

### Resumo

**Objetivos:** Trabalho prospectivo, randomizado para comparar a eficácia e a segurança do cateter irrigado em relação ao cateter com eletrodo distal de 8 mm para ablação com radiofrequência (RF) do flutter atrial.

**Métodos:** Em 52 pacientes consecutivos referidos para tratamento do flutter atrial típico, a ablação do istmo cavotricuspídeo (Ist-CT) foi realizada com cateter de irrigação fechada (n=26) ou com cateter de eletrodo distal de 8 mm (n=26). Os pulsos de RF foram aplicados ponto a ponto por 60 segundos com potência limitada a 50 w com o cateter irrigado e por controle de temperatura (60°C, 70 w) com cateter de 8 mm. O critério de fim do procedimento foi a obtenção de bloqueio bidirecional do Ist-CT.

**Resultados:** O bloqueio Ist-CT foi obtido em 98,1% dos pacientes. O “crossover” ocorreu em quatro pacientes do grupo com cateter irrigado. Não se encontrou diferença estatística significativa em relação aos parâmetros da ablação, tais como tempo total de aplicação de RF (591,1±309,0s vs 486,2±250,8s), duração do procedimento (86,4 ± 23,6 vs 78,1±22,5min) e tempo de fluoroscopia (17,0±6,7 vs 15,4±4,6min) entre os dois grupos. Durante seguimento médio de 10,6 meses, um paciente do grupo irrigado apresentou recorrência do flutter atrial típico.

**Conclusão:** A ablação do Ist-CT resultou ser efetiva e segura para o controle do flutter atrial com ambas as técnicas empregadas (cateter com eletrodo distal de 8 mm e cateter irrigado). A complexidade técnica do cateter irrigado proporciona menor competitividade.

**Palavras-chave:** Flutter atrial, cateterismo, eletrodos, ablação por cateter.

### Summary

**Objectives:** Both ablation catheters with closed irrigated system and 8mm tip-catheters have been shown to be more effective for typical atrial flutter radiofrequency (RF) ablation when compared to conventional 4 mm tip catheter. Considering the differences in complexity and costs of both systems, a prospective study was designed to compare the efficacy and safety of cooled-tip and 8mm-tip catheters for atrial flutter ablation.

**Methods:** Fifty-two consecutive patients underwent RF ablation of cavotricuspid isthmus (CTI) for the treatment of typical atrial flutter, using catheter with closed irrigation system (n=26) or 8 mm-tip catheter (n=26). The RF pulses were applied point-by-point for 60 seconds, with power limited at 50 w for the irrigated catheter and by temperature control (60°C / 70 w) for the 8mm catheter.

**Results:** The CTI block was successfully performed in 98.1%. Four patients in the irrigated group needed to switch to the other group. There was no significant difference with regard to ablation parameters, such as total time of RF ablation (591.1±309.0s vs 486.2±250.8s), total procedure duration (86.4±23.6 vs 78.1±22.5min) and time of fluoroscopy (17.0±6.7 vs 15.4±4.6min). During follow-up of 10.6 months in average, one patient in the irrigated group had recurrence of typical atrial flutter.

**Conclusion:** Efficacy and safety of CTI ablation was comparable between both techniques (irrigated catheter and 8mm-tip catheter). The complexity of irrigated catheter makes it less competitive.

**Key words:** Atrial flutter, catheterization; electrodes; catheter ablation.

### Introdução

O flutter atrial istmo cavotricuspídeo dependente (Ist-CT) é uma taquicardia atrial macroreentrante com ativação

elétrica ao redor do anel tricuspídeo<sup>1</sup>. De acordo com o mecanismo eletrofisiológico e a base anatômica, o flutter atrial é classificado como típico e típico reverso, dependendo do sentido anti-horário ou horário, respectivamente, da onda de ativação através do Ist-CT<sup>2</sup>.

A eficácia da ablação do Ist-CT no tratamento do flutter atrial foi inicialmente demonstrada utilizando cateteres com eletrodo distal com 4 mm de comprimento<sup>3-7</sup>. Contudo, a

Correspondência: Eduardo A. Sosa •

InCor – Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - 05403-000 – São Paulo, SP

E-mail: sosa@incor.usp.br

Artigo recebido em 20/03/06; revisado recebido em 27/04/06;

aceito em 9/05/06.

obtenção do bloqueio do Ist-CT não era possível em 5% a 15% dos casos<sup>3-7</sup>. Para obtê-lo, o número de aplicações de RF era elevado e as recorrências oscilavam entre 10% e 25%<sup>3-7</sup>. Isso pode ser explicado pela impossibilidade de se obter lesões transmuralis e contínuas para garantir o bloqueio do Ist-CT com cateteres com ponta de 4 mm<sup>3-7</sup>.

Estudos randomizados prospectivos têm indicado que cateteres com eletrodos de maior comprimento<sup>8,9</sup> ou com sistemas irrigados, abertos ou fechados<sup>10,11</sup>, são mais efetivos que os cateteres convencionais de 4 mm. Alguns autores consideram o sistema irrigado como melhor opção para ablação do Ist-CT<sup>12</sup>, ao passo que outros preferem o cateter com ponta de 8 mm<sup>8,9</sup>. Alguns estudos mais recentes não encontraram diferenças entre esses dois sistemas<sup>13,14</sup>.

Considerando a diferente complexidade e custo entre os sistemas com e sem irrigação, foi delineado um trabalho prospectivo, randomizado, para comparar a eficácia e a segurança do cateter irrigado (sistema fechado) em relação ao cateter com eletrodo distal de 8 mm para a ablação do Ist-CT.

## Métodos

Durante o período de janeiro de 2003 a março de 2004, foram selecionados 52 pacientes consecutivos (44 homens, idade média  $56,5 \pm 12,9$  anos) portadores de flutter atrial Ist-CT dependente, sendo referidos ao Laboratório de Eletrofisiologia da Unidade Clínica de Arritmias Cardíacas do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, para ablação com RF. O protocolo de pesquisa foi aprovado pela Comissão Científica do Instituto do Coração – HCFMUSP, pelo Comitê de Ética para Análise

de Projetos de Pesquisa - CAPPesq – HCFMUSP.

Foram incluídos os pacientes que apresentavam registro eletrocardiográfico espontâneo de flutter atrial recorrente e comprovação, pelo estudo eletrofisiológico, da participação do Ist-CT no circuito da arritmia. Os pacientes com procedimentos de ablação prévios foram excluídos.

Os pacientes foram randomizados para ablação com cateter irrigado (Grupo I) ou com cateter com ponta de 8 mm (Grupo II).

As características clínicas da população estudada estão resumidas na tabela 1. Os dois grupos de pacientes não apresentaram diferenças quanto a idade, sexo ou doença cardíaca estrutural. Em 10 pacientes havia episódios documentados de fibrilação atrial (FA) paroxística prévia à ablação do flutter atrial. Os pacientes em ritmo de flutter atrial (32 pacientes) realizaram previamente ecocardiograma transesofágico para afastar a presença de coágulos intracavitários<sup>15</sup>. Os agentes antiarrítmicos foram descontinuadas por cinco meias-vidas antes do procedimento, com exceção da amiodarona (61,5% dos pacientes) cuja descontinuação foi por menor tempo (cinco dias).

*Estudo eletrofisiológico* - Os pacientes foram estudados em jejum e sob sedação profunda controlada por anestesista. Os níveis séricos de troponina I e CK-massa foram determinados previamente e 12 horas após o procedimento.

Através de punção da veia femoral direita (e esquerda, se necessário) foram introduzidos três cateteres eletrodos, os quais eram posicionados sob visão fluoroscópica ao redor do anel tricuspídeo, no seio coronariano e na região do Ist-CT para registro de potenciais intracavitários, estimulação atrial programada e ablação com RF.

Tabela 1 – Características da população estudada

	Cateter irrigado (Grupo I)	Cateter 8 mm (Grupo II)	Valor p
Nº de pacientes (n)	26	26	
Mulheres	5	3	0,703
Idade (anos)	$55,2 \pm 13,7$	$57,8 \pm 12,1$	0,476
Flutter atrial típico	24	25	1
Flutter atrial típico reverso	2	1	1
Ciclo do flutter atrial (mseg)	$287,3 \pm 48,2$	$282,9 \pm 37,6$	0,716
FA associada	3	7	0,159
Flutter paroxístico	10	13	0,402
Flutter incessante	16	13	0,402
Miocardiompatia dilatada	8	5	0,337
Doença valvar	1	0	1
Doença arterial coronariana	2	6	0,248
DPOC	1	1	1
Cirurgia cardíaca prévia	4*	2**	0,668

\*Revascularização miocárdica (um paciente), correção cirúrgica de comunicação interatrial (dois pacientes) e troca valvar (um paciente). \*\* Revascularização miocárdica (dois pacientes); DPOC - doença pulmonar obstrutiva crônica.

Antes do início das aplicações de RF, foram administradas 5.000 U de heparina endovenosa em *bolus*. Se o procedimento se estendia por mais de uma hora, a dose era complementada com mais 2.500 U de heparina em *bolus*.

O registro dos potenciais intracavitários foi realizado em sistema digital (Electrophysiologic Measurement System – EMS – University of Limburg – The Netherlands) com até 32 canais eletrofisiológicos simultâneos (12 periféricos e 20 intracavitários), com corte de frequência entre 50 e 500 Hz e velocidade de registro de até 300 mm/s.

Nos pacientes que estavam em ritmo de flutter atrial no início do procedimento (32 pacientes), a participação do Ist-CT era demonstrada pela técnica do encarrilhamento<sup>16</sup>. Quando o paciente se apresentava em ritmo sinusal, essa demonstração era feita após indução do flutter atrial (16 pacientes).

**Ablação com RF** - A aplicação dos pulsos de RF foi iniciada próxima ao anel tricuspídeo com eletrogramas (atrial menor que o ventricular) estáveis. Os pulsos de RF eram aplicados ponto a ponto durante 60 segundos, seguindo uma linha correspondente a 6 horas no anel tricuspídeo em oblíqua anterior esquerda (OAE) até o óstio da veia cava inferior. Em ambos os grupos, a ablação com RF não foi realizada no lado septal do istmo para minimizar o risco de bloqueio atrioventricular, lesão da artéria coronária ou perfuração miocárdica<sup>17</sup>.

**Sistemas de aplicação de RF** - Sistema irrigado (Grupo I) - Um cateter com sistema de irrigação fechado (7- French, 4-mm- tip, Chilli Cooled Ablation System®, Cardiac Pathways Corporation, Sunnyvale, CA, USA) foi utilizado para aplicação de RF, com controle de temperatura, por meio de um gerador de RF (EPT-1000 XP Cardiac Ablation Controller 110 VAC RF power generator- CA, USA), sendo a potência limitada a 50 w e a temperatura máxima até 50°C. Durante a ablação, era circulada água destilada a um fluxo contínuo de 36 ml/min. A aplicação de RF era iniciada com potência de 25 w e se houvesse queda ou estabilidade da impedância, incrementada em 5 w a cada 5-10 segundos (máximo de 60 segundos)<sup>18</sup>. A aplicação de RF era interrompida com a ocorrência do fenômeno audível “pop” (vaporização explosiva intratecidual)<sup>18</sup> ou quando houvesse aumento da impedância maior que 30 Ohms. Nessa situação, o cateter era retirado para a verificação da eventual ocorrência de carbonização<sup>18</sup>.

**Sistema com cateter com ponta de 8 mm (Grupo II)** - Nesse grupo foram utilizados cateteres com ponta de 8 mm com dois sensores de temperatura (7-French Steerable Curve - Dual Thermister Ablation Catheter Quadripolar-Irvine Biomedical; CA, USA) e um gerador de RF (Biomedical, Inc. Irvine, CA-USA). Os cateteres foram movimentados da mesma forma que os cateteres irrigados. Os pulsos de RF foram aplicados com potência limitada em 70 w, temperatura máxima de 60°C e com duração máxima de 60 segundos em cada ponto de aplicação<sup>10</sup>.

**Fim do procedimento de ablação** - Foi considerado critério de fim do procedimento a obtenção de bloqueio bidirecional do Ist-CT. Esse bloqueio bidirecional foi admitido estar presente quando: a) durante a estimulação do seio coronariano ocorresse uma inversão da seqüência da despolarização atrial registrada no cateter ao redor do anel da tricúspide<sup>4</sup>; e b) quando fosse demonstrada a presença de um duplo potencial

separado por uma linha isoeétrica com mais de 100 ms de duração ao longo da linha de aplicação de RF no sentido horário e anti-horário<sup>19,20</sup> (fig. 1). O bloqueio bidirecional foi reavaliado após a infusão de 1 a 3 µg/min de isoproterenol<sup>21</sup> e após 20 minutos da última aplicação de RF<sup>21</sup>.

O tempo de procedimento foi contado a partir do início da punção da veia femoral até o término da ablação, incluindo os testes finais e o período de observação. O tempo de fluoroscopia foi considerado a partir do posicionamento do cateter de ablação e aplicação de RF até obtenção do bloqueio bidirecional do Ist-CT.

Caso não houvesse sucesso após 20 aplicações de RF, o procedimento de ablação era substituído pelo outro sistema (*crossover*)<sup>10</sup>.

**Cuidados pós-ablação** - O ecocardiograma transtorácico foi realizado após a ablação para a avaliação da presença de eventual derrame pericárdico. O ECG de 12 derivações foi feito rotineiramente para avaliar eventuais efeitos adversos (distúrbios da condução atrioventricular e alteração da repolarização ventricular)<sup>22</sup>. A anticoagulação foi iniciada por via subcutânea, com heparina de baixo peso molecular, 12 horas após término do procedimento. A seguir, os pacientes receberam alta hospitalar com anticoagulação oral (INR entre 2 e 3), que era mantida por três meses após a ablação<sup>23</sup>.

**Seguimento tardio** - A avaliação clínica dos pacientes foi feita em um, três, seis e 12 meses após a ablação com RF. O ECG de 12 derivações era realizado em todas as visitas e o Holter de 24 horas no primeiro e no terceiro meses após a ablação. Caso o paciente referisse palpitação, era instalado o Holter de 24 horas e/ou o monitor de eventos. Os fármacos antiarrítmicos foram descontinuados após o sucesso da ablação nos pacientes sem registro de FA prévia. Nos pacientes com registro de FA prévia os antiarrítmicos foram mantidos a critério do clínico do paciente.

Para a comparação dos grupos empregou-se o teste t Qui-quadrado ou o teste exato de Fisher, considerando-se as diferenças como significante quando o p fosse menor que 0,05.

## Resultados

**Eficácia da ablação do Ist-CT** - bloqueio bidirecional do Ist-CT foi obtido em 51 pacientes (98,1%).

Na análise do sucesso do procedimento ocorreram quatro (15,4%) insucessos nos pacientes do grupo irrigado, e nenhum insucesso no grupo com cateter com eletrodo distal de 8 mm (p=0,110). Esses quatro pacientes do grupo irrigado após 20 aplicações de RF foram realocados para o grupo de 8 mm (“crossover”), tendo-se obtido sucesso em três pacientes, com um adicional de sete, 11 e dois pulsos, respectivamente.

Nos pacientes do Grupo I, o número e o tempo total de aplicações de RF, a duração total do procedimento e o tempo de fluoroscopia foram: 13,8±9,0; 763,4±518,4 s; 93,3±28,3 min; 18,8±7,4 min, respectivamente. No Grupo II, esses parâmetros foram respectivamente: 8,2±4,2; 486,2±250,8 s; 78,1±22,5 min e 15,4±4,6 min. A análise desses resultados entre os dois grupos evidenciou diferença com significância estatística em relação ao número e o tempo total de aplicações de RF (p=0,006

p=0,019 respectivamente), bem como em relação a duração total do procedimento (p=0,037), e não mostrou diferença estatisticamente significativa em relação ao tempo de fluoroscopia e “crossover” (p=0,057 e p=0,110 respectivamente). Em contraste, a análise dos dados com os pacientes que obtiveram sucesso na ablação sem necessitar de “crossover” não mostrou diferença com significância estatística (tab. 2).

**Segurança da ablação** - Durante a ablação, observou-se carbonização no eletrodo distal apenas no grupo irrigado (13 pacientes: 25%). Em quatro (15,4%) pacientes do grupo irrigado e em um paciente do grupo com 8 mm (3,8%) ocorreu o fenômeno audível “pop”.

Os níveis séricos de troponina I e CK-massa pré-ablação no Grupo I foram 0,19±0,25 ng/ml e 1,84±0,79 ng/ml, respectivamente, e no Grupo II 0,12±0,02 ng/ml e 1,88±1,16 ng/ml, respectivamente. Os níveis séricos de troponina I e CK-massa pós-ablação no Grupo I foram 3,40±2,59 ng/ml e 4,91±4,54 ng/ml, respectivamente, e no Grupo II: 3,38±3,55 ng/ml e 8,03±11,70 ng/ml. Comparando-se os marcadores

de lesão tecidual em ambos os grupos, houve aumento estatisticamente significativo desses após o procedimento (p<0,001; p<0,001, respectivamente) e não houve diferença estatística entre os dois grupos nas médias dos marcadores antes e após a ablação (p=0,289; p=0,527, respectivamente).

**Seguimento tardio** - Durante o seguimento médio de 10,6±3,3 meses (mediana = 10 meses), um paciente (3,8%, em 26) do grupo irrigado apresentou recorrência do flutter atrial, 11,6 meses após o procedimento.

Onze pacientes necessitaram do uso de agentes antiarrítmicos no seguimento, em razão de episódios de FA sintomática documentada ao Holter de 24 horas e/ou ECG de 12 derivações. Dos 11 (21,6%) pacientes que apresentaram FA no seguimento, nove (81,8%) não apresentavam registro prévio dessa arritmia. Um paciente, do grupo com cateter 8 mm, apresentou quadro de emergência hipertensiva seis meses após o procedimento, tendo evoluído com acidente vascular cerebral isquêmico e transformação hemorrágica.

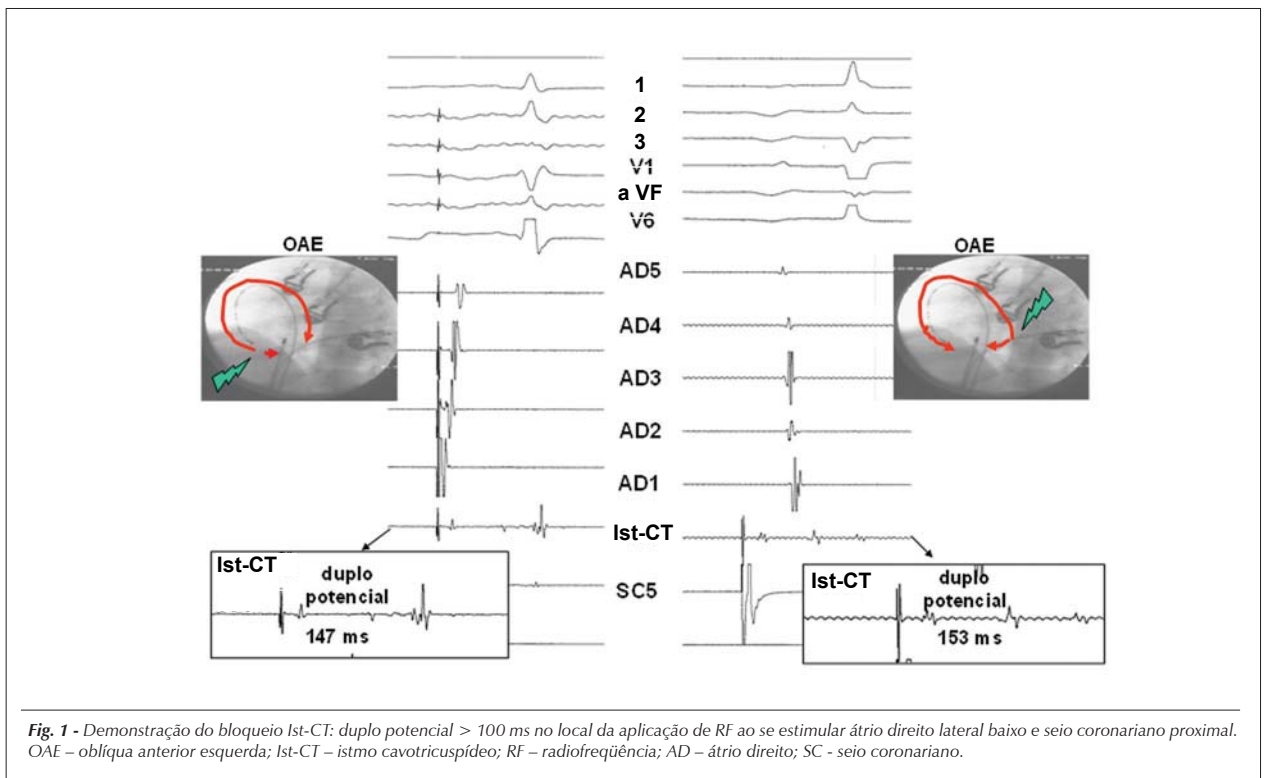


Fig. 1 - Demonstração do bloqueio Ist-CT: duplo potencial > 100 ms no local da aplicação de RF ao se estimular átrio direito lateral baixo e seio coronariano proximal. OAE – oblíqua anterior esquerda; Ist-CT – istmo cavotricuspídeo; RF – radiofrequência; AD – átrio direito; SC – seio coronariano.

Tabela 2 – Parâmetros do procedimento de ablação (sem “crossover”)

	Cateter irrigado (n = 22)	Cateter 8 mm (n = 26)	Valor p
Nº de aplicações de RF	10,9±5,5	8,2±4,2	0,058
Tempo total de aplicação de RF (s)	591,1±309,0	486,2±250,8	0,200
Duração do procedimento (min)	86,4±23,6	78,1±22,5	0,220
Tempo de fluoroscopia (min)	17,0±6,7	15,4±4,6	0,345

## Discussão

Este estudo randomizado demonstrou que os cateteres irrigados (sistema fechado) e com ponta distal de 8 mm de comprimento são igualmente eficazes e seguros para a ablação do Ist-CT. Ambas as técnicas tiveram um excelente resultado em termos de sucesso primário e baixa recorrência da arritmia. Como não ocorreu nenhuma complicação séria, ambas as técnicas de ablação apresentaram igual segurança.

*Comparação com outros estudos* - Existem evidências de que a ablação do Ist-CT com cateter irrigado<sup>10,12</sup> e com cateter com ponta de 8 mm<sup>9</sup> são superiores em relação ao cateter convencional com ponta de 4 mm. Essa superioridade é obtida por meio de técnicas que otimizam a aplicação de RF para se criar uma lesão de maior diâmetro e maior profundidade, ao mesmo tempo que minimiza o aumento da impedância pela formação de coágulos no eletrodo distal do cateter, bem como a formação de vaporização tecidual<sup>23,24</sup>.

Existem vários fatores que podem influenciar a eficácia da ablação com o sistema irrigado. O contato entre o tecido e o eletrodo é um deles<sup>25</sup>. Outro fator consiste no fluxo de irrigação, uma vez que esse determina o grau de resfriamento<sup>26</sup>, e o tipo de irrigação (aberto ou fechado)<sup>26</sup>. Neste estudo se utilizou irrigação fechada com água destilada, em temperatura ambiente, a um fluxo de 36 ml/min, como utilizado por outros autores<sup>13,14</sup>. Estudos experimentais têm demonstrado que os sistemas aberto e fechado produzem lesões de profundidade e extensão semelhantes com igual segurança dependendo do fluxo de irrigação<sup>26</sup>.

Já em relação aos cateteres com eletrodo distal de 8 mm, as lesões profundas e extensas se devem a dois mecanismos<sup>23</sup>. Primeiro, por uma maior área de interface sangue-eletrodo, pelo maior comprimento do eletrodo, especialmente em regiões de alto fluxo sanguíneo como a área do Ist-CT, proporcionando resfriamento do eletrodo, o que possibilita liberação de maior energia<sup>23</sup>. Segundo, por uma orientação paralela do eletrodo em relação ao tecido, o que aumenta a área de contato com o tecido a ser cauterizado<sup>23</sup>.

*Segurança da ablação* - Em nossa casuística observamos carbonização do eletrodo distal do cateter irrigado em 25% dos pacientes e “pop” em 15,4%. No grupo que utilizou o cateter de 8 mm, 3,8% dos pacientes apresentaram “pop” e nenhum apresentou carbonização. Schreieck e cols.<sup>14</sup> descreveram uma incidência de 4% de “pop” na ablação com cateter irrigado e 6% de carbonização com cateter de 8 mm. Jais e cols.<sup>12</sup>, Schreieck e cols.<sup>14</sup> limitaram a temperatura para 42 e 48°C, respectivamente, para minimizar essa complicação.

O método ideal de liberação de potência durante aplicação de RF com o cateter irrigado ainda não foi bem estabelecido. Diante desses achados, tem sido sugerido que o controle de temperatura não seria a melhor técnica para o controle de aplicação de RF com os cateteres irrigados<sup>27</sup>. A técnica sugerida por Stevenson e cols.<sup>24</sup> seria realizar a ablação controlando a potência, iniciando com potência de 20-30 w e com aumento gradativo até ser observada evidência de lesão tecidual (diminuição da amplitude do eletrograma local).

Quanto aos marcadores de lesão tecidual, Brueckmann e cols.<sup>28</sup> evidenciaram um aumento significativo da mioglobina após a aplicação de RF com cateter com eletrodo distal de 8 mm (potência de 50-60 w e temperatura de 70°C). Em nossa casuística, evidenciou-se um aumento significativo da troponina I e CK-massa nos dois grupos, sem diferença estatística, quando comparado o cateter irrigado com o cateter com ponta de 8 mm de comprimento. Dorwarth e cols.<sup>29</sup> demonstraram que o sistema irrigado produz uma lesão similar em diâmetro, mas significativamente mais profunda que o cateter de 8 mm de comprimento; no entanto, o volume da lesão não foi significativamente diferente entre os dois cateteres.

Como demonstrado por outros estudos randomizados<sup>13,14</sup>, as duas técnicas (cateter com sistema irrigado e cateter com eletrodo distal de 8 mm) são equivalentes quanto a segurança, eficácia, sucesso primário e recorrência do flutter, bem como no tempo total de aplicação de RF e de fluoroscopia. Já em relação à simplicidade de operação, o cateter com ponta de 8 mm é de mais fácil utilização que o cateter irrigado, uma vez que esse possui a necessidade do aparato para irrigação, constante atenção para o fluxo de irrigação, reserva da água destilada e necessidade de manobras manuais para início e término da irrigação durante as aplicações de RF.

## Conclusões

A ablação do Ist-CT resultou ser efetiva e segura com ambas as técnicas empregadas (cateter com eletrodo distal de 8 mm e cateter irrigado). Com inferências, em vista da maior complexidade operacional do sistema irrigado, pode-se considerar o cateter de eletrodo distal de 8 mm como a melhor escolha para ablação do Ist-CT.

### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

## Referências

- 1 Disertori M, Vergara G, Inama G, Guarnerio M, DelFavero A, Furlanello F. Evidence of reentry circuit in the common type of atrial flutter in man. *Circulation*. 1983; 67 (2): 434-40.
- 2 Saoudi N, Cosio F, Waldo A, Chen S-A, Iesaka Y, Lesh M, et al. Classification of atrial flutter and regular atrial tachycardia according to electrophysiologic mechanism and anatomic bases: a statement from a joint expert group from the Working Group of Arrhythmias of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2001; 12 (7): 852-66.
- 3 Poty H, Saoudi N, Abdel AA, Nair M, Letac B. Radiofrequency catheter ablation of type I atrial flutter: prediction of late success by electrophysiological criteria. *Circulation*. 1995; 92 (6): 1389-92.
- 4 Poty H, Saoudi N, Nair M, Anselme F, Letac B. Radiofrequency catheter ablation of atrial flutter: further insights into the various types of isthmus block: application to ablation during sinus rhythm. *Circulation*. 1996; 94 (12): 3204-13.
- 5 Schwartzman D, Callans DJ, Gottlieb CD, Dillon SM, Movsowitz C,



- Marchlinski FE. Conduction block in the inferior vena caval-tricuspid valve isthmus: association with outcome of radiofrequency ablation of type I atrial flutter. *J Am Coll Cardiol*. 1996; 28 (6): 1519-31.
- 6 Scanavacca M, Sosa E, Velarde JL, d'Ávila A, Hachul D, Reolão B, et al. Ablação com radiofrequência do Flutter atrial tipo I: importância do bloqueio bidirecional do istmo entre a veia cava inferior e o anel da valva tricúspide. *Arq Bras Cardiol*. 1998; 71: 705-11.
- 7 Cosio FG, Arribas F, López-Gil M, Gonzáles HD. Radiofrequency ablation of atrial flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1996; 7 (1): 60-70.
- 8 Tsai CF, Tai CT, Yu WC, Chen YJ, Hsieh MH, Chiang CE, et al. Is 8-mm more effective than 4-mm tip electrode catheter for ablation of typical atrial flutter? *Circulation*. 1999; 100 (7): 768-71.
- 9 Rodriguez LM, Nabar A, Timmermans C, Wellens HJ. Comparison of results of an 8-mm split-tip versus a 4-mm tip ablation catheter to perform radiofrequency ablation of type I atrial flutter. *Am J Cardiol*. 2000; 85 (1): 109-12.
- 10 Jais P, Shah DC, Haissaguerre M, Hocini M, Garrigue S, Le Metayer P, et al. Prospective randomized comparison of irrigated-tip versus conventional-tip catheters for ablation of common flutter. *Circulation*. 2000; 101 (7): 772-6.
- 11 Marrouche NF, Schweikert R, Saliba W, Pavia SV, Martin DO, Dresing T, et al. Use of different catheter ablation technologies for treatment of typical atrial flutter: acute results and long-term follow-up. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003; 26 (3): 743-6.
- 12 Jais P, Hocini M, Gillet T, Shah DC, Haissaguerre M, Yamane T, et al. Effectiveness of irrigated tip catheter ablation of common atrial flutter. *Am J Cardiol*. 2001; 88 (4): 433-5.
- 13 Scavee C, Georger F, Jamart J, Mancini I, Collet B, Blommaert D, et al. Is a cooled tip catheter the solution for the ablation of the cavotricuspid isthmus? *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003; 26 (1 Pt 2): 328-31.
- 14 Schreieck J, Zrenner B, Kumpmann J, Ndrepepa G, Schneider MA, Deisenhofer I, et al. Prospective randomized comparison of closed cooled-tip versus 8-mm-tip catheters for radiofrequency ablation of typical atrial flutter. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2002; 13 (10): 980-5.
- 15 Irani WN, Grayburn PA, Afridi I. Prevalence of thrombus, spontaneous echo contrast, and atrial stunning in patients undergoing cardioversion of atrial flutter: a prospective study using transesophageal echocardiography. *Circulation*. 1997; 95(4): 962-6.
- 16 Waldo AL. Atrial flutter: entrainment characteristics. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1997; 8 (3): 337-52.
- 17 Anselme F, Saoudi N, Poty H, Douillet R, Cribier A. Radiofrequency catheter ablation of common atrial flutter: significance of palpitations and quality of life evaluation in patients with proven isthmus block. *Circulation*. 1999; 99 (4): 534-40.
- 18 Matsumoto N, Kishi R, Kasugai H, Sakurai T, Osada K, Ryu S, et al. Experimental study on the effectiveness and safety of radiofrequency catheter ablation with the cooled ablation system. *Circ J*. 2003; 67 (2): 154-8.
- 19 Shah DC, Takahashi A, Jais P, Hocini M, Clementy J, Haissaguerre M. Local electrogram-based criteria of cavotricuspid isthmus block. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 1999; 10 (5): 662-9.
- 20 Tada H, Oral H, Sticherling C, Chough SP, Baker RL, Wasmer K, et al. Double potentials along the ablation line as a guide to radiofrequency ablation of typical atrial flutter. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 38(3): 750-5.
- 21 Nabar A, Rodriguez LM, Timmermans C, Smeets JL, Wellens HJ. Isoproterenol to evaluate resumption of conduction after right atrial isthmus ablation in type I atrial flutter. *Circulation*. 1999; 99 (25): 3286-91.
- 22 Weiss C, Becker J, Hoffmann M, Willems S. Can radiofrequency current isthmus ablation damage the right coronary artery? Histopathological findings following the use of a long (8mm) tip electrode. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2002; 25 (5): 860-2.
- 23 Feld GK. Radiofrequency ablation of atrial flutter using large-tip electrode catheters. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15 (10 Suppl): S18-S23.
- 24 Stevenson WC, Cooper J, Sapp J. Optimizing RF output for cooled RF ablation. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15(10 Suppl): S24-S27.
- 25 Strickberger SA, Vorperian VR, Man KC, Williamson BD, Kalbfleisch SJ, Hasse C, et al. Relation between impedance and endocardial contact during radiofrequency catheter ablation. *Am Heart J*. 1994; 128 (2): 226-9.
- 26 Demazumder D, Mirotznik MS, Schwartzman D. Comparison of irrigated electrode designs for radiofrequency ablation of myocardium. *J Interv Card Electrophysiol*. 2001; 5 (4): 391-400.
- 27 Watanabe I, Masaki R, Min N, Oshikawa N, Okudo K, Sugimura H, et al. Cooled tip ablation results in increased radiofrequency power delivery and lesion size in the canine heart: importance of catheter-tip temperature monitoring for prevention of popping and impedance rise. *J Interv Card Electrophysiol*. 2002; 6 (1): 9-16.
- 28 Brueckmann M, Wolpert C, Bertsch T, Sueselbeck T, Liebetrau C, Kaden JJ, et al. Markers of myocardial damage, tissue healing, and inflammation after radiofrequency catheter ablation of atrial tachyarrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2004; 15 (6): 686-91.
- 29 Dorwarth U, Fiek M, Remp T, Reithmann C, Dugas M, Steinbeck G, et al. Radiofrequency catheter ablation: different cooled and noncooled electrode systems induce specific lesion geometries and adverse effect profiles. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2003; 26 (7 Pt 1): 1438-45.