

As Linhas Virtuais Criadas com o Sistema de Mapeamento Eletroanatômico Ensite são de Fato Contínuas?

Are The Virtual Lines Created with the Ensite Electroanatomical Mapping System Really Continuous?

Thais Nascimento¹, Fernanda Mota², Luis Felipe Neves dos Santos¹, Sérgio de Araújo³, Mieko Okada¹, Marcello Franco³, Angelo A. V. de Paola^{1,2}, Guilherme Fenelon^{1,2}

Disciplina de Cardiologia - Universidade Federal de São Paulo¹; Centro de Arritmia - Hospital Israelita Albert Einstein²; Disciplina de Patologia - Universidade Federal de São Paulo³, São Paulo, SP - Brasil

Resumo

Fundamento: O sistema de mapeamento eletro anatômico Ensite Navx é muito usado na ablação por radiofrequência (RF) da fibrilação atrial, ajudando na confecção de lesões lineares. Contudo, a correspondência da linha virtual criada pelo Ensite com a lesão patológica ainda não foi avaliada.

Objetivo: Avaliar a continuidade da linha virtual criada pelo Ensite em modelo suíno.

Métodos: Realizamos ablação linear por RF (cateter de 8 mm e irrigado) em ambos os átrios de 14 suínos (35 kg) guiada pelo EnSite. Os animais foram sacrificados 14 dias pós-ablação para análise macroscópica e histológica.

Resultados: Foram confeccionadas 23 lesões lineares em átrio direito e 21 em átrio esquerdo dos 14 animais. A potência, temperatura e impedância médias das aplicações foram de 56 W, 54 °C e 231 Ω para o cateter de 8mm, e de 39 W, 37 °C e 194 Ω para o cateter irrigado. Todas (100%) as linhas foram identificadas nas faces epicárdica e endocárdica, denotando transmuralidade. À macroscopia, as lesões eram extensas e pálidas, com 3,61 cm de comprimento e 0,71 cm de profundidade e contínuas. A transmuralidade das lesões foi confirmada pela microscopia. Houve correspondência na localização das linhas do mapa virtual com as da peça anatômica em 21 das 23 (91,3%) das linhas do átrio direito e 19/21 (90,4%) do átrio esquerdo.

Conclusão: Nesse modelo, as linhas criadas no mapa virtual pelo sistema EnSiteNavX se correlacionam a lesões lineares transmuralis contínuas na peça anatômica, sugerindo que esse método é adequado para a ablação linear da fibrilação atrial (Arq Bras Cardiol. 2013;101(2):169-175).

Palavras-chave: Suínos, Ablação por Cateter, Fibrilação Atrial, Átrios Cardíacos / anatomia & histologia.

Abstract

Background: EnSiteNavx electroanatomic mapping system is widely used in radiofrequency (RF) atrial fibrillation ablation, helping the creation of linear lesions. However, the correspondence of the virtual line created by EnSite with the pathological lesion has not yet been evaluated.

Objective: to assess the continuousness of Ensite-guided virtual lines in a swine model.

Methods: we performed RF ablation linear lesions (8mm and irrigated catheters tips) in both atria of 14 pigs (35Kg) guided by the EnSite. The animals were sacrificed 14 days post-ablation for macroscopic and histological analysis.

Results: a total of 23 lines in the right atrium and 21 lines in the left atrium were created in 14 animals. The medium power, impedance and temperature applications were 56 W, 54 °C and 231 Ω for the 8mm tip, and 39W, 37°C, 194 Ω for the irrigated tip catheter, respectively. All (100%) lines were identified on the epicardial and endocardial surfaces, denoting transmurality. At macroscopic examination, lesions were extensive and pale, continuous, with 3.61 cm long and 0.71 cm deep. The transmurality of the lesions was confirmed by microscopy. There was a correlation in the location of the lines at the virtual map and the anatomical lesions in 21 of 23 (91.3%) of the right atrium and 19/21 (90.4%) of the left atrium.

Conclusion: In this model, the lines created in the virtual map by EnSiteNavX system correspond to continuous transmural linear lesions in anatomical specimen, suggesting that this method is suitable for linear ablation of atrial fibrillation (Arq Bras Cardiol. 2013;101(2):169-175).

Keywords: Swine; Catheter Ablation, Atrial Fibrillation; Heart Atria / anatomy & histology.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Guilherme Fenelon •

Rua Pedro de Toledo 781, 10º andar, Vila Clementino CEP 04039-032, São Paulo, SP.

E-mail: guifenelon@cardiol.br, guilhermefenelon@uol.com.br

Artigo recebido em 13/10/12; revisado em 28/10/12; aceito em 6/3/13.

DOI: 10.5935/abc.20130127

Introdução

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia sustentada mais comum na prática clínica e um problema médico importante em virtude de seu impacto na qualidade de vida e elevado risco de acidentes vasculares, insuficiência cardíaca e mortalidade¹. Desde a descrição do papel das veias pulmonares na FA por Haissaguerre², a ablação por radiofrequência (RF) evoluiu rapidamente de procedimento experimental a prática rotineira. Nas diretrizes recentes^{1,3,4}, o isolamento das veias é suficiente para os casos paroxísticos e persistentes de curta duração, no entanto, em átrios remodelados, é necessária abordagem mais detalhada⁵, que envolve a busca de eletrogramas atriais complexos fracionados (CFAEs) e a confecção de linhas contínuas de lesão ligando estruturas eletricamente inativas. Nesse aspecto, é fundamental para o sucesso do procedimento que a linha seja contínua, pois soluções de continuidade na sua extensão facilitam o desenvolvimento de taquicardias atriais reentrantes, que são muito sintomáticas e de difícil controle clínico⁶.

O surgimento do mapeamento eletroanatômico foi decisivo para ajudar na confecção das linhas^{7,8}. Essa técnica permite a construção de mapas tridimensionais da geometria atrial, a visualização dos cateteres dentro do coração (mapa virtual) e a marcação dos pontos de ablação, todos em tempo real, tornando-se padrão ouro na ablação da FA. No entanto, a marcação dos pontos de lesão no mapa, durante a aplicação de RF, é dependente do operador. Ou seja, linhas virtuais contínuas podem não ter correspondência patológica. Os principais sistemas de mapeamento eletroanatômico são o CARTO (Biosense Webster, Inc, Diamond Bar, EUA) e o EnSiteNavX (St Jude Medical, St Paul, MN, EUA). Embora a correspondência entre linhas virtuais e anatomopatológicas tenha sido aferida com o CARTO⁷, essa correlação ainda não foi avaliada com o EnSiteNavx. Portanto, realizamos lesões atriais lineares guiadas por mapeamento eletroanatômico em suínos, com objetivo de avaliar na peça anatômica a continuidade das linhas virtuais.

Métodos

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) e conduzido de acordo com as normas institucionais.

Amostra

Este estudo é uma subanálise de trabalho recentemente publicado pelo nosso grupo⁹, que visava avaliar o impacto dos corticosteroides profiláticos na inflamação gerada pela ablação atrial extensa. Foram utilizados 14 suínos da raça Pernalan, adultos jovens (3 meses de idade) do sexo masculino (35 + 3 kg), submetidos à quarentena sob vigilância veterinária para garantir o estado de saúde dos animais. Após jejum (8-12h), os animais foram pré-medicados com acepromazina (0,2mg/kg IM) e midazolam (0,4mg/kg IM) e, após 15 minutos, anestesiados com propofol (1-2mg/kg IV seguido de infusão contínua 1-4mg/kg/hora), entubados e mantidos em ventilação artificial com oxigênio necessário para manter uma saturação adequada (>90%), sob monitorização eletrocardiográfica e oximetria de pulso. A temperatura corporal foi mantida em aproximadamente 37°C com manta

térmica. Após tricotomia e antissepsia, eram colocadas as placas do Sistema EnSiteNavX8.01 (St.Jude Medical, St. Paul, MN, EUA), além da placa-eletrodo indiferente. Sob condições cirúrgicas estéreis, foram dissecadas e canuladas as veias femoral esquerda (11F) e direita (11F) e a jugular direita (7F), por onde eram introduzidos, sob orientação fluoroscópica, respectivamente, os cateteres de ecocardiograma intracardiaco (Acunav Acusson 10F, Siemens AG, Alemanha); a bainha (SL1-St. Jude Medical) e agulha (BRK – St. Jude Medical) para punção transeptal e o cateter quadripolar diagnóstico 6F (St. Jude Medical) alocado em seio coronário. Os eletrogramas locais e o ECG eram filtrados (30 – 500 Hz) pelo Polígrafo TEB SP32 (Tecnologia Eletrônica Brasileira, São Paulo, Brasil). Após punção transeptal orientada pelo ecocardiograma intracardiaco (Figura 1), foram administradas 5 mil unidades IV de heparina (Liquemine® IV) não fracionada.

Mapeamento eletroanatômico

A geometria dos átrios foi realizada pelo sistema de mapeamento eletroanatômico EnSiteNavX, sendo o cateter quadripolar posicionado no seio coronariano como eletrodo de referência anatômica. Calibração de impedância e a compensação dos movimentos respiratórios foram sempre realizadas. A geometria tridimensional das cavidades foi obtida em ritmo sinusal utilizando o par de eletrodos distal do cateter de ablação deflectível7F⁹.

Procedimento de ablação

Sob visão fluoroscópica, e com auxílio do mapa virtual, inicialmente era confeccionada lesão linear no interior da veia pulmonar direita, da porção distal (± 2 cm) ao óstio. Em seguida, eram confeccionadas 1 a 2 lesões lineares em cada átrio: no átrio esquerdo, do apêndice até a veia pulmonar direita e do teto à veia pulmonar direita; no átrio direito, da veia cava superior à veia cava inferior pela face lateral do átrio e do apêndice à veia cava superior. Cada aplicação unipolar de RF (gerador Stockert, BiosenseWebster, Inc, Diamond Bar, EUA) tinha duração de 90 segundos, e a cada 15-20 segundos o cateter era tracionado na linha simultaneamente com a aquisição das marcas no mapa virtual. Contudo, manobras eletrofisiológicas para confirmação da linha de bloqueio não eram realizadas. Foram utilizados cateteres 7Fr com ponta de 8mm (BiosenseWebster, Diamond Bar, USA) usando potência máxima de 70W e temperatura controlada em 60°C, ou com ponta irrigada de 3,5mm (Irvine, St.Jude Medical, St. Paul, EUA), usando potência máxima de 50W, temperatura de 50°C e irrigação contínua de 17mL/minuto durante a aplicação. A potência (Watts), impedância (Ω) e temperatura (°C) da ponta do cateter eram monitoradas durante as aplicações e os valores médios registrados para análise. Em caso de pop, a aplicação era interrompida e o cateter verificado para presença de coágulos. Os animais que apresentaram arritmias durante o procedimento, sendo a mais comum a fibrilação ventricular (suínos são muito suscetíveis a essa arritmia), foram submetidos à desfibrilação transtorácica com as pás posicionadas transversalmente. Ao término do procedimento, os cateteres eram retirados, os vasos ligados e as feridas suturadas. Os procedimentos

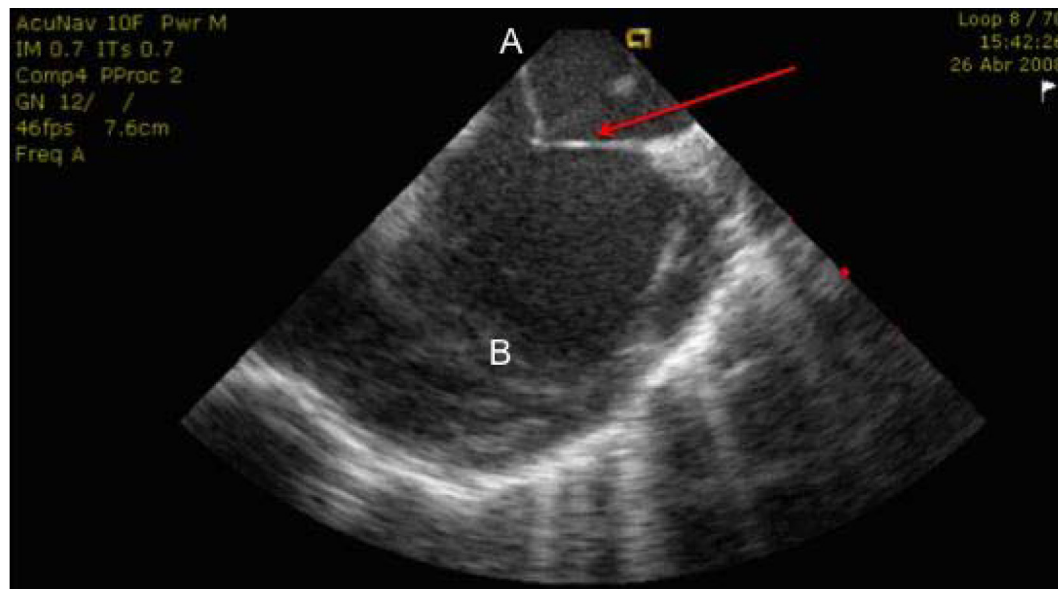


Figura 1 – Imagem do ecocardiograma intracardiaco durante a punção transeptal. A seta vermelha indica a tenda formada no septo interatrial imediatamente antes da punção. A: átrio direito. B: átrio esquerdo.

foram realizados pelo mesmo operador e em condições estéreis, não necessitando de antibióticos profiláticos. Tampouco foram administrados anticoagulantes ou antiagregantes plaquetários. Os animais submetidos à ablação foram divididos em 02 grupos: controle (n=7), que não recebeu qualquer droga; e corticoide (n=7), que recebeu 500mg de metilprednisolona IV em bolus na indução anestésica. Em ambos os grupos, 5 animais foram ablaçados com cateter de 8 mm, e 2, com o cateter irrigado. Todos os suínos foram seguidos por 14 dias, albergados sob cuidados médico veterinários.

Como não houve diferenças entre os grupos no tocante aos parâmetros de ablação, marcadores de inflamação e a histologia das lesões por RF⁹ no presente trabalho, os 14 animais (tratados com corticoides e controles) foram agregados em um único grupo.

Análise macroscópica

Os animais retornaram ao laboratório após 14 dias do procedimento, foram pesados e sacrificados por meio de injeção letal de KCl, sob anestesia geral. O coração foi cuidadosamente removido e as linhas de lesão eram identificadas macroscopicamente, correlacionadas com as aplicações nas cavidades cardíacas, mensuradas (largura, comprimento, profundidade) com régua milimétrica nas faces epicárdica e endocárdica e, por fim, documentadas com fotografia digital.

Análise histológica

As lesões lineares foram fatiadas em diversos cortes histológicos transversais e sequenciais de modo que as abrangesse completamente, ou seja, a linha foi abordada do início ao

fim para garantir a análise de continuidade. As lâminas foram coradas pela Hematoxilina Eosina (HE) e Tricrômico de Masson e analisadas qualitativamente por patologista cego em relação aos grupos de estudo. Especial atenção foi dada às características da cicatrização das lesões, tais como transmuralidade, continuidade, densidade de fibrose e inflamação.

Análise estatística

Foi utilizado o sistema SPSS 8.0. Realizou-se a análise descritiva das variáveis contínuas por meio de média e desvio-padrão.

Resultados

Ablação por RF

Com o auxílio do mapa virtual, foram confeccionadas 23 lesões lineares no átrio direito e 21 no átrio esquerdo dos 14 animais. A potência, temperatura e impedância médias de aplicação foram de 56 W, 54 °C e 231 Ω para o cateter de 8mm, e de 39 W, 37 °C e 194 Ω para o cateter irrigado. A descrição individual dos animais, dos parâmetros de aplicação e as medidas das linhas de lesão se encontram nas Tabelas 1 e 2. Os 14 animais completaram o seguimento de 14 dias sem intercorrências.

Análise macroscópica

Das 23 lesões lineares em átrio direito e 21 em átrio esquerdo criadas nos 14 animais, todas (100%) foram identificadas tanto na face epicárdica quanto na endocárdica, denotando o caráter transmural das lesões. À inspeção macroscópica,

Tabela 1 – Características dos animais (n=10), parâmetros de aplicação de radiofrequência e tamanho das linhas de lesão quando utilizado cateter com ponta de 8 mm

Suíno	Peso kg	Parâmetros da ablação por RF				Tamanho da lesão (cm)		
		Nº	Basal / Final	Câmara	T (°C)	P (Watts)	Tempo (s)	Nºlinhas
1	32/31	AD	52 ± 6,0	62 ± 15,9	603	1	4,0	0,8
		AE	56 ± 8,2	59 ± 16,0	528	1	4,0	0,9
2	36/48,6	AD	55 ± 5,6	50 ± 23,6	505	2	3,5/4,0	0,8/0,9
		AE	54 ± 5,9	63 ± 15,8	488	1	5,0	0,9
3	32/41	AD	49 ± 8,4	68 ± 5,2	420	2	3,0/3,0	0,5/0,6
		AE	55 ± 6,6	45 ± 23,3	519	2	4,0/3,0	0,8/0,7
4	40/42	AD	52 ± 5,0	65 ± 11,7	468	2	4,0/3,0	0,8/0,6
		AE	57 ± 4,2	45 ± 21,3	510	2	3,5/3,4	0,6/0,7
5	38/44	AD	58 ± 4,3	52 ± 22,0	503	2	4,0/3,5	0,8/0,5
		AE	57 ± 4,8	40 ± 22,8	510	2	3,0/3,0	0,5/0,6
8	42/42	AD	54 ± 7,9	45 ± 25,3	487	1	5,5	1,2
		AE	56 ± 6,8	41 ± 28,4	520	2	3,5/3,0	0,5/0,6
9	35/31	AD	51 ± 8,3	55 ± 23,8	526	2	3,5/3,0	0,8/0,7
		AE	58 ± 3,4	57 ± 14,1	496	2	3,0/3,0	0,5/0,5
11	35/40	AD	49 ± 8,8	65 ± 9,3	530	1	3,6	0,5
		AE	45 ± 18,5	56 ± 19,4	540	1	3,6	0,5
12	39,6/33	AD	57 ± 5,2	49 ± 15,8	505	1	5,0	0,9
		AE	53 ± 6,3	58 ± 20,6	497	1	4,0	0,8
13	36/34	AD	55 ± 4,7	57 ± 19,3	627	2	3,5/3,0	0,8/0,6
		AE	58 ± 17,8	55 ± 5,6	543	1	5,5	1,1
Total	36,5 ± 3,3/ 38,7 ± 6,0	AD	50,2 ± 9,14	54,4 ± 20,8	517,4 ± 60,5	16	3,09 ± 0,73	0,69 ± 0,24
		AE	54,6 ± 8,02	53,7 ± 21,3	515,1 ± 18,5	15	3,63 ± 0,77	0,68 ± 0,19

AD:átrio direito; AE: átrio esquerdo; P: potência; RF: radiofrequência; T: temperatura.

Tabela 2 – Características dos animais (n = 4), parâmetros de aplicação de radiofrequência e tamanho das linhas de lesão quando utilizado cateter com ponta irrigada

Suíno	Peso kg	Parâmetros da Ablação por RF				Tamanho da lesão (cm)		
		Nº	Basal / Final	Câmara	T (°C)	P(Watts)r	Tempo (s)	Nºlinhas
6	32/39,5	AD	36 ± 1,5	40 ± 0,8	548	2	3,5/3,0	0,7/0,7
		AE	37 ± 2,9	40 ± 0,5	468	1	4,0	0,7
7	36/39,8	AD	38 ± 3,6	40 ± 1,6	512	2	3,5/3,0	0,7/0,5
		AE	38 ± 4,2	39 ± 1,9	347	2	4,0/3,3	0,8/0,6
10	35/43,5	AD	37 ± 2,7	40 ± 0,9	525	2	3,0/3,0	0,5/0,5
		AE	36 ± 4,2	40 ± 2,4	506	2	3,5/3,0	0,9/1,1
14	36/38	AD	38 ± 3,2	40 ± 1,2	488	1	5,5	1,0
		AE	38 ± 4,3	38 ± 3,7	509	1	3,5	0,6
Total	34,8 ± 1,9/ 40,2 ± 2,3	AD	37,2 ± 2,98	39,7 ± 1,19	518,2 ± 25,0	7	3,50 ± 0,91	0,65 ± 0,18
		AE	37,3 ± 4,01	39,3 ± 2,55	457,5 ± 76,0	6	3,55 ± 0,49	0,78 ± 0,19

AD: átrio direito; AE: átrio esquerdo; P: potência; RF: radiofrequência; T: temperatura.

as lesões eram extensas e pálidas, com $3,61 \pm 0,67$ cm de comprimento e $0,71 \pm 0,18$ cm de profundidade e contínuas. As lesões confeccionadas com cateter irrigado foram de visualização macroscópica mais difícil, pois eram mais pálidas e com bordos menos definidos, no entanto sem diferença quanto às dimensões e transmuralidade. Na análise dos mapas virtuais fornecidos pelo Sistema EnsiteNavX 8.01, houve correspondência na localização das linhas do mapa virtual com as da peça anatômica (Figura 2) em 21 das 23 (91,3%) das linhas do AD e 19/21 (90,4%) do AE.

Análise histológica

As linhas de lesão foram seccionadas transversalmente em cortes consecutivos e o achado de transmuralidade da lesão foi confirmado (Figura 3A). Houve reprodução dos achados em todas as lâminas consecutivas, denotando a continuidade da lesão. A análise qualitativa foi bastante consistente: havia necrose coagulativa com substituição do músculo necrótico por fibrose jovem. Tecido de granulação, calcificação e infiltrados linfocíticos foram observados em algumas lesões (Figura 3B) e em outras

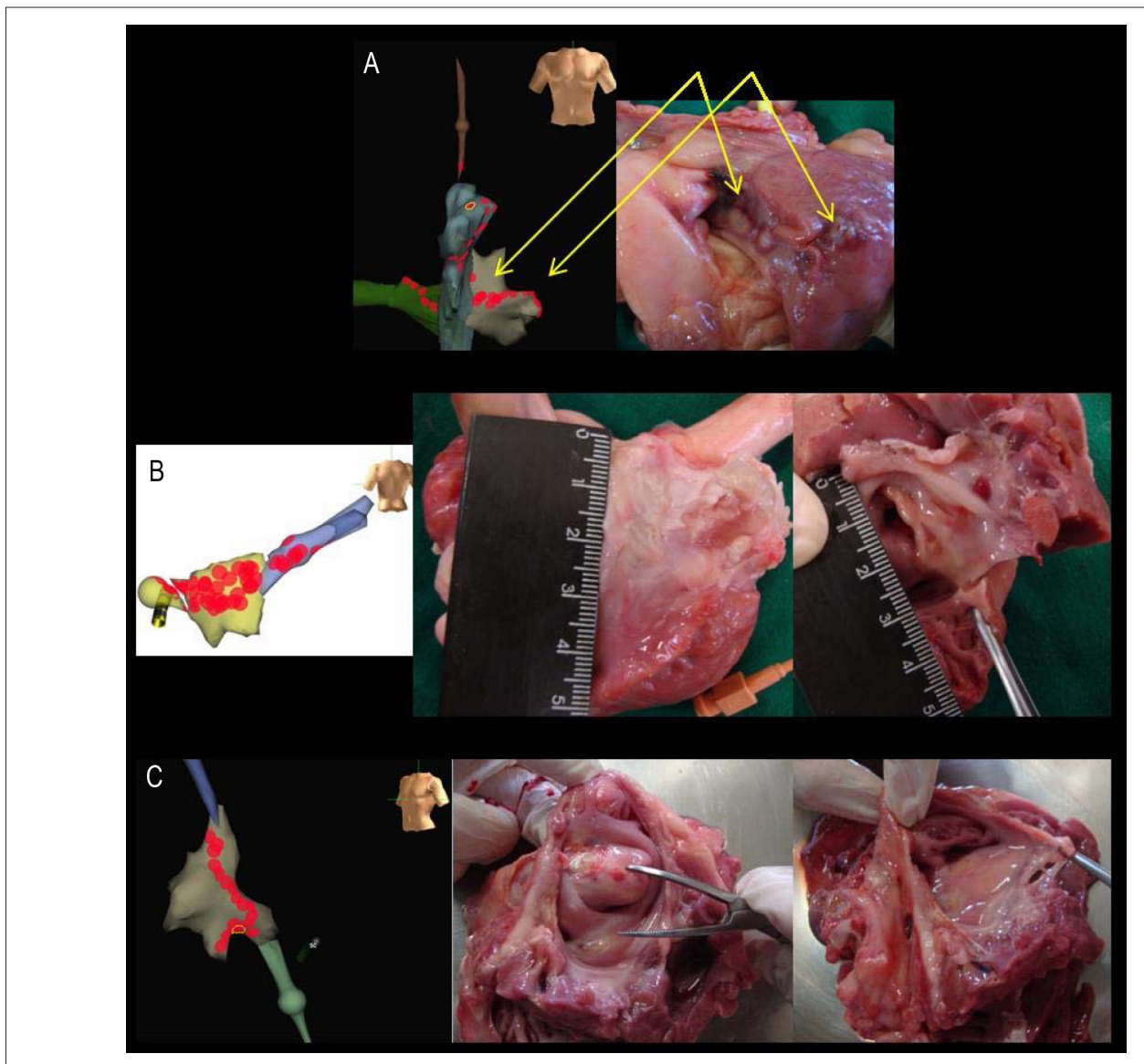


Figura 2 – Correlação das linhas de lesão obtidas no mapa virtual e na peça anatômica. A: linha no átrio esquerdo, correlação epicárdica. B: linha no átrio esquerdo, correlação epicárdica e endocárdica. C: linha no átrio direito entre a cava superior e inferior demonstrada na face endocárdica.

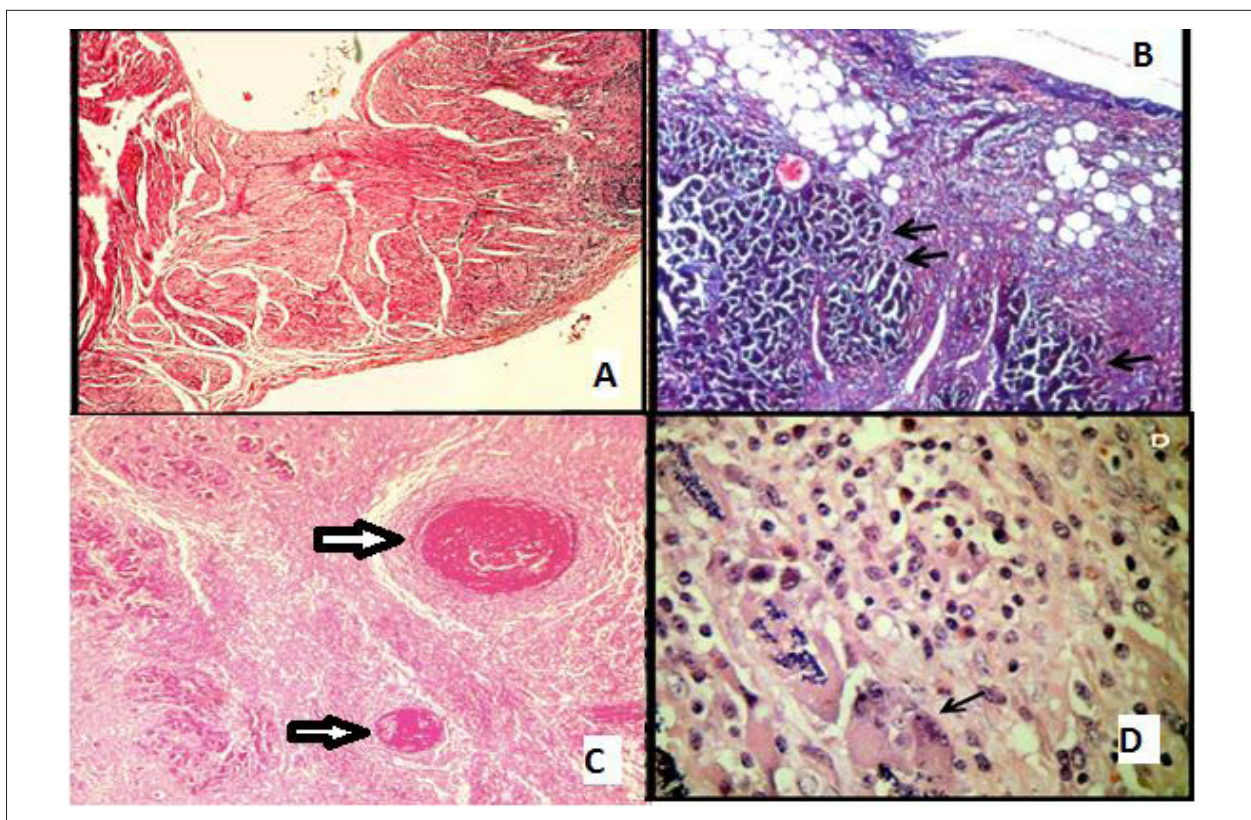


Figura 3 – Aspecto histológico das lesões. A: Transmuralidade da lesão bem evidenciada em aumento menor (4X, H&E). B: Superfície epicárdica com fibrose e discreto infiltrado de linfócitos (setas) (10X, Masson). C: Presença de necrose e trombos bem evidenciados (setas) (5X, H&E). D: resposta inflamatória local caracterizada por infiltrado rico em células linfocitoplasmáticas e macrófagos (célula gigante, seta) (40X, H&E).

havia trombos recentes (Figura 3C). As bordas das lesões foram caracterizadas por tecido necrótico com infiltrado de células inflamatórias ricas em macrófagos e células linfoplasmocitárias (Figura 3D), além de vários graus de fibrose e neovascularização.

Discussão

Nesse modelo de ablação atrial em suínos, demonstramos que a confecção de linhas contínuas no mapa virtual do sistema EnSite se correlacionou com a presença de linhas anatômicas transmuralmente identificadas pela macroscopia e microscopia. Embora já demonstrado com o sistema CARTO⁷, o presente estudo é o primeiro a avaliar a relação das linhas do mapa virtual, adquiridas com sistema EnSiteNavX 8.01, com a respectiva localização na peça anatômica. Digno de nota, a metodologia utilizada de acesso ao átrio esquerdo, assim como a confecção de linhas por aplicação de RF foi semelhante à utilizada clinicamente e houve consistência nos achados em mais de 90% dos animais. Ademais, o modelo suíno é utilizado em estudos com finalidade de avaliar lesões atriais geradas por radiofrequência^{10,11}.

A ablação da FA em átrios remodelados, principalmente na forma persistente de longa duração, permanece desafiadora. Nesses casos, a confecção de linhas de lesão no átrio esquerdo, mimetizando os procedimentos cirúrgicos para tratamento da FA, como, por exemplo, a cirurgia do labirinto (Cox/Maze) é

utilizada^{12,13}. No entanto, a presença de interrupções (*gaps*) na linha de lesão propicia a gênese de taquicardias atriais reentrantes, que são muito sintomáticas e de difícil controle^{5,14,15}. O surgimento do mapeamento eletroanatômico possibilitou a visualização da movimentação do cateter em tempo real (sem fluoroscopia) e também a marcação de cada ponto de lesão durante a aplicação. Dessa forma, o operador pode voltar à mesma posição e confeccionar uma linha “perfeita a olho nu”. No entanto, não há garantia de que a linha do mapa virtual corresponda a uma linha de lesão real. Embora a aferição da continuidade das linhas possa ser feita por meio de manobras eletrofisiológicas³, esse processo é trabalhoso e demorado, fazendo com que muitas vezes o operador se baseie exclusivamente na linha virtual. Nossos achados sugerem que essa é uma estratégia adequada. Ressaltamos, contudo, que a aquisição dos pontos foi criteriosa e que cada ponto foi obtido após 20 segundos de aplicação de RF.

Digno de nota, várias tecnologias são desenvolvidas buscando aumentar a precisão da formação da lesão por RF, a saber: i) sistemas magnéticos de navegação para guiar o cateter, seja de ponta de platina¹⁰ ou de ouro¹⁶, que aumentam a estabilidade do mesmo; ii) sensores de pressão na ponta do cateter¹⁷, que permitem aferir o contato do mesmo com a parede atrial, hipoteticamente melhorando a formação de lesões transmuralmente; iii) a integração de ultrassom à ponta do cateter para visualizar em tempo real a formação da lesão é capaz de distinguir entre

necrose e hemorragia em tempo real¹¹;iv) sistema de ablação endoscópica com balão que visualiza diretamente a veia a ser isolada e realiza ablação a laser. Entretanto, até a validação e uso rotineiro dessas novas tecnologias, a confecção de linhas com orientação do mapeamento eletroanatômico permanece como padrão ouro para a ablação linear visando o tratamento da FA.

Limitações

A continuidade da linha de lesão foi aferida pela análise macro e microscópica. A avaliação eletrofisiológica para confirmação do bloqueio na linha não foi realizada durante o procedimento de ablação, porque os suínos são muito propensos à indução de fibrilação ventricular com estimulação elétrica. O comprimento das linhas de lesão no mapa virtual não foi determinado, logo não pudemos fazer a correlação com o comprimento nas peças anatômicas. Os animais foram sacrificados com 14 dias de cicatrização. Portanto, embora bastante improvável, não podemos excluir que descontinuidades na linha se desenvolvessem em seguimentos mais longos, tal como sugerem observações eletrofisiológicas derivadas de estudos clínicos. A ablação foi feita com potências máximas (70W, 8mm e 50W, irrigado) elevadas. Não temos como avaliar se os resultados seriam mantidos com a utilização de potências mais baixas. Os procedimentos foram realizados em átrios de suínos normais, logo, os resultados não podem ser diretamente extrapolados a humanos e átrios doentes, com FA.

Referências

1. Zimerman LI, Fenelon G, Martinelli Filho M, Grupi C, Atié J, Lorga Filho A, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretrizes brasileiras de fibrilação atrial. *Arq Bras Cardiol.* 2009;92(6 supl.1):1-39.
2. Haissaguerre M, Jais P, Shah DC, Takahashi A, Hocini M, Quiniou G, et al. Spontaneous initiation of atrial fibrillation by ectopic beats originating in the pulmonary veins. *N Engl J Med.* 1998;339(10):659-66.
3. Camm AJ, Kirchhof P, Lip GY, Schotten U, Savelier I, Ernst S, et al; European Heart Rhythm Association; European Association for Cardio-Thoracic Surgery. Guidelines for management of atrial fibrillation: the Task Force for the Management of Atrial Fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2010;31(19):2369-429.
4. Calkins H, Kuck KH, Cappato R, Brugada J, Camm AJ, Chen SA, et al. 2012 HRS/EHRA/ECAS Expert Consensus Statement on Catheter and Surgical Ablation of Atrial Fibrillation: recommendations for patient selection, procedural techniques, patient management and follow-up, definitions, endpoints, and research trial design. *Europace.* 2012;14(4):528-606.
5. Haissaguerre M, Hocini M, Sanders P, Sacher F, Rotter M, Takahashi Y, et al. Catheter ablation of long-lasting persistent atrial fibrillation: clinical outcome and mechanisms of subsequent arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2005;16(11):1138-47.
6. Sawhney N, Anousheh R, Chen W, Feld GK. Circumferential pulmonary vein ablation with additional linear ablation results in an increased incidence of left atrial flutter compared with segmental pulmonary vein isolation as an initial approach to ablation of paroxysmal atrial fibrillation. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2010;3(3):243-8.
7. Gepstein L, Wolf T, Hayam G, Ben-Haim SA. Accurate linear radiofrequency lesions guided by a nonfluoroscopic electroanatomic mapping method during atrial fibrillation. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2001;24(11):1672-8.
8. Pappone C, Rosanio S, Oreto G, Tocchi M, Gugliotta F, Vicedomini G, et al. Circumferential radiofrequency ablation of pulmonary vein ostia: A new anatomic approach for curing atrial fibrillation. *Circulation.* 2000;102(21):2619-28.
9. Nascimento T, Mota F, dos Santos LF, de Araujo S, Okada M, Franco M, et al. Impact of prophylactic corticosteroids on systemic inflammation after extensive atrial ablation in pigs. *Europace.* 2012;14(1):138-45.

Conclusão

Nesse modelo de ablação atrial, a linha de lesão contínua criada no mapa virtual pelo sistema EnSiteNavX se correlaciona a linhas transmuralis contínuas na peça anatômica, sugerindo que esse método é adequado para a ablação linear da fibrilação atrial.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa e Redação do manuscrito: Nascimento T, Fenelon G; Obtenção de dados: Nascimento T, Mota F, Santos LFN, Okada M, Fenelon G; Análise e interpretação dos dados: Nascimento T, Araújo S, Franco M, Paola AAV, Fenelon G; Análise estatística: Nascimento T; Obtenção de financiamento: Fenelon G.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de Financiamento

O presente estudo foi financiado pela FAPESP.

Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de Thais Nascimento pela Universidade Federal de São Paulo.

10. Watanabe I, Min N, Okumura Y, Ohkubo K, Kofune M, Ashino S, et al. Temperature-controlled cooled-tip radiofrequency linear ablation of the atria guided by a real-time position management system. *Int Heart J.* 2011;52(1):50-5.
11. Wright M, Harks E, Deladi S, Suijver F, Barley M, van Dusschoten A, et al. Real-time lesion assessment using a novel combined ultrasound and radiofrequency ablation catheter. *Heart Rhythm.* 2011;8(2):304-12.
12. Hocini M, Jais P, Sanders P, Takahashi Y, Rotter M, Rostock T, et al. Techniques, evaluation, and consequences of linear block at the left atrial roof in paroxysmal atrial fibrillation: a prospective randomized study. *Circulation.* 2005;112(24):3688-96.
13. Jais P, Hocini M, Hsu LF, Sanders P, Scavée C, Weerasooriya R, et al. Technique and results of linear ablation at the mitral isthmus. *Circulation.* 2004;110(19):2996-3002.
14. Mesas CE, Pappone C, Lang CC, Gugliotta F, Tomita T, Vicedomini G, et al. Left atrial tachycardia after circumferential pulmonary vein ablation for atrial fibrillation: electroanatomic characterization and treatment. *J Am Coll Cardiol.* 2004;44(5):1071-9.
15. Matsuo S, Wright M, Knecht S, Nault I, Lellouche N, Lim KT, et al. Peri-mitral atrial flutter in patients with atrial fibrillation ablation. *Heart Rhythm.* 2010;7(1):2-8.
16. Muntean B, Gutleben KJ, Heintze J, Vogt J, Horstkotte D, Noller G. Magnetically guided irrigated gold-tip catheter ablation of persistent atrial fibrillation: techniques, procedural parameters and outcome. *J Interv Card Electrophysiol.* 2012;35(2):163-71.
17. Martinek M, Lemes C, Sigmund E, Aichinger J, Winter S, Nesser HJ, et al. Clinical impact of a new open-irrigated radiofrequency catheter with direct force measurement on atrial fibrillation ablation. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2012;35(11):1312-8.