

Đặc điểm tĩnh mạch phổi và buồng nhĩ trái trên cắt lớp vi tính ở người bệnh điều trị triệt đốt rung nhĩ

Nguyễn Trần Thủy^{1,2*}, Vũ Thị Thanh Hương³, Đỗ Đức Thịnh¹, Trần Công Hoan⁴

TÓM TẮT

Tổng quan: Việc đánh giá hình ảnh nhĩ trái và tĩnh mạch phổi trước khi thực hiện thủ thuật triệt đốt rung nhĩ qua đường ống thông là quan trọng. Một số yếu tố trên cắt lớp vi tính có liên quan đến kết quả triệt đốt rung nhĩ.

Phương pháp: Từ 2/2020 – 5/2022, 45 người bệnh được chẩn đoán xác định là rung nhĩ cơn và dai dẳng điều trị triệt đốt RF qua đường ống thông, được chụp CLVT lồng ngực đánh giá nhĩ trái và các tĩnh mạch phổi tại Trung tâm Tim mạch – Bệnh viện E.

Kết quả: Tuổi trung bình của nhóm nghiên cứu là $56,1 \pm 11,8$, nam/nữ là 3/1. Rung nhĩ cơn chiếm 68,9%. Các kích thước TMP: TMP trên phải $18,29 \pm 2,39$ mm và $16,14 \pm 2,26$ mm; TMP dưới phải $17,63 \pm 3,74$ mm và $15,07 \pm 3,82$ mm; TMP trên trái $18,60 \pm 2,55$ mm và $15,79 \pm 2,43$ mm; TMP dưới trái $15,25 \pm 1,88$ mm và $12,08 \pm 1,77$ mm. Đường kính trung bình NT đo theo các chiều trên dưới, trước sau và ngang lần lượt là: $59,97 \pm 7,03$ mm; $36,70 \pm 5,53$ mm và $53,64 \pm 8,81$ mm. Đường kính trước sau NT và thời gian làm thủ thuật ở nhóm BN RN dai dẳng lớn hơn nhóm BN bị RN cơn ($p < 0,05$). BN có RN cơn có kết quả triệt đốt thành công cao hơn những BN có RN dai dẳng (OR=5,27, 95%CI: 1,48-18,80, $p < 0,05$). BN có ĐK trước sau đủ tiêu chuẩn lớn NT có kết quả triệt đốt thành công thấp hơn những BN không bị lớn NT (OR=2,04, 95%CI: 1,03-4,04, $p < 0,05$).

Kết luận: Đánh giá hình ảnh nhĩ trái và tĩnh

mạch phổi chi tiết là cần thiết khi thực hiện thủ thuật triệt đốt rung nhĩ. Rung nhĩ cơn có kết quả triệt đốt tốt hơn so với rung nhĩ dai dẳng. Đường kính nhĩ trái lớn có liên quan đến tỷ lệ triệt đốt thành công thấp hơn.

Từ khoá: Rung nhĩ, Cắt lớp vi tính, nhĩ trái, tĩnh mạch phổi

CHARACTERISTICS OF PULMONARY VEINS AND LEFT ATRIUM ON COMPUTED TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH ATRIAL FIBRILLATION ABLATION ABSTRACT

Background: It is important to evaluate the imaging of the left atrium (LA) and pulmonary veins (PV) before performing catheter ablation of atrial fibrillation. Several factors on computed tomography (CT) are related to the outcome of atrial fibrillation (AF) ablation.

Methods: From 2/2020 to 5/2022, 45 patients who diagnosed of paroxysmal and persistent atrial fibrillation underwent RF ablation, chest CT scan obtained to evaluate left atrium and pulmonary veins at the Cardiovascular Center – E Hospital.

Results: The mean age was 56.1 ± 11.8 ,

¹ Trung tâm Tim mạch, Bệnh viện E

² Trường Đại học Y Dược, Đại học Quốc gia Hà Nội

³ Khoa Chẩn đoán hình ảnh, Bệnh viện E

⁴ Trường đại học Y Hà Nội

*Tác giả liên hệ: Nguyễn Trần Thủy

Email: drtranthuyvd@gmail.com

Ngày gửi bài: 24/12/2022 Ngày chấp nhận đăng: 13/01/2023

male/female was 3/1. Paroxysmal atrial fibrillation accounted for 68.9%. PV dimensions: right superior PV was 18.29 ± 2.39 mm and 16.14 ± 2.26 mm; right inferior PV was 17.63 ± 3.74 mm and 15.07 ± 3.82 mm; left superior PV was 18.60 ± 2.55 mm and 15.79 ± 2.43 mm; left inferior PV was 15.25 ± 1.88 mm and 12.08 ± 1.77 mm. The average diameter of LA measured in the superior-inferior, anterior-posterior directions were: 59.97 ± 7.03 mm, 36.70 ± 5.53 mm and 53.64 ± 8.81 m; respectively. The diameter before-after procedure and the procedure time in the group of patients with persistent AF was larger than that of patients with paroxysmal atrial fibrillation ($p < 0.05$). Patients with paroxysmal AF had a higher success rate of

ablation than those with persistent AF (OR=5.27, 95%CI: 1.48-18.80, $p < 0.05$). Patients who met the criteria for large anterior-posterior LA had a lower successful ablation result than patients without large LA (OR=2.04, 95%CI :1.03-4.04, $p < 0.05$).

Conclusion: Detailed left atrial and pulmonary venous imaging is essential when performing atrial fibrillation ablation. Paroxysmal atrial fibrillation has a better ablation outcome than persistent atrial fibrillation. Larger left atrial diameter is associated with a lower success rate of ablation.

Keywords: Atrial fibrillation, Computed tomography, left atrium, pulmonary vein.

GIỚI THIỆU

Rung nhĩ là một rối loạn nhịp tim thường gặp, ước tính vào năm 2010 trên thế giới có khoảng 33 triệu người được chẩn đoán rung nhĩ và con số này dự báo sẽ gấp đôi cho đến năm 2060[1]. Rung nhĩ làm tăng tỉ lệ tử vong lên 1,5 lần, tăng tỉ lệ suy tim gấp 2 lần và làm tăng gấp 5 lần tỉ lệ đột quỵ và các bệnh lý liên quan đến huyết khối và góp phần làm giảm chất lượng cuộc sống cũng như hạn chế các hoạt động thể lực.

Trong thực tế lâm sàng hiện nay, có nhiều biện pháp điều trị rung nhĩ bao gồm kiểm soát nhịp bằng thuốc, sốc điện chuyển nhịp về nhịp xoang, triệt đốt rung nhĩ qua đường ống thông. Trong đó, triệt đốt rung nhĩ qua ống thông đã và đang trở thành phương pháp điều trị phổ biến và hiệu quả khi người bệnh có chỉ định theo khuyến cáo. Với sự hướng dẫn của các công cụ hình ảnh có tính ít xâm lấn trước khi thực hiện thủ thuật, và phổ biến nhất là chụp mạch máu đa dãy có dựng hình, đã giúp các bác sỹ bộc lộ được rõ ràng hình ảnh về buồng nhĩ trái, các TMP và các cấu trúc liên quan, qua đó đảm bảo việc triệt đốt

thuận lợi và chính xác.

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Thiết kế nghiên cứu: Nghiên cứu cắt ngang với cỡ mẫu thuận tiện.

Đối tượng nghiên cứu: 45 người bệnh được chẩn đoán xác định là rung nhĩ cơn và rung nhĩ dai dẳng điều trị triệt đốt RF qua đường ống thông, được chụp CLVT lồng ngực đánh giá nhĩ trái và các tĩnh mạch phổi tại Trung tâm Tim mạch – Bệnh viện E trong thời gian từ 2/2020 – 5/2022.

Quy trình thực hiện:

- Chuẩn bị bệnh nhân: nhịn ăn trước 6h, giải thích người nhà và bệnh nhân về lợi ích và nguy cơ, tư thế nằm ngửa với hai tay lên phía đầu, loại bỏ dị vật gây nhiễu, hướng dẫn bệnh nhân nhịn thở.

- Chuẩn bị thuốc và phương tiện: kim tiêm, dây truyền, bông cotton, dây garo, hộp phản vệ.

- Thiết lập các thông số kỹ thuật: lựa chọn thông số chụp: 120-150 kV, 80 mAs, Pitch 1, Delay 3s, Rotation time 0,5s. Bơm tiêm điện: sử

dụng thuốc cản quang không ion hóa, nồng độ (300-350 mgI/ml).

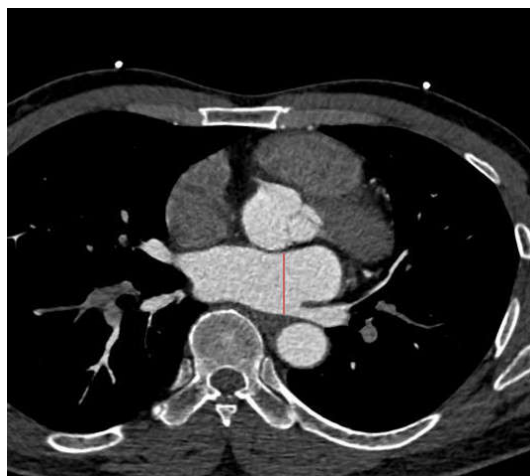
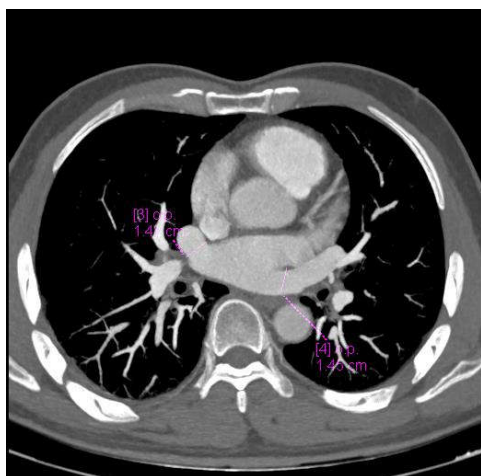
- Tiến hành chụp:

+Chụp trước tiêm: Đặt trường chụp từ nền cổ đến hết vòm hoành với FOV đủ rộng, độ dày lát cắt 5mm, tái tạo 0,6 mm.

+Chụp thì sau tiêm: các lớp cắt độ dày 5 mm, tái tạo 0,6 mm, cắt từ nền cổ đến hết vòm hoành. Tự động Bolus Tracking với ngưỡng 100HU ở gốc động mạch chủ. Chỉnh Trigger ~ 40HU.

+Toàn bộ hình ảnh được gửi lên hệ thống PACS, sử dụng các kỹ thuật tái tạo đa mặt phẳng MPR, tái tạo mạch máu theo kỹ thuật MIP (maximum intensity projection), VRT (Volume rendering techniques) để tối ưu quá trình bộc lộ hình ảnh giải phẫu và đo đạc chính xác các mục tiêu nghiên cứu.

- Phân tích các đặc điểm của nhĩ trái và tĩnh mạch phổi trên hình ảnh cắt lớp vi tính có được, và một số yếu tố liên quan.



Hình 1. Hình ảnh minh họa đo kích thước tĩnh mạch phổi (bên trái) và nhĩ trái (bên phải) trên mặt phẳng axial

Xử lý số liệu: Thu thập và xử lý bằng phần mềm Stata 16.0 với các phân tích mô tả, test thống kê với $p < 0,05$ có ý nghĩa thống kê.

Đạo đức nghiên cứu: Nghiên cứu đã được thông qua Hội đồng bảo vệ Luận văn Thạc sĩ của Trường Đại học Y Hà Nội.

KẾT QUẢ

Bảng 1. Đặc điểm chung của đối tượng nghiên cứu

Đặc điểm	Giá trị (mean±sd hoặc n(%))
Tuổi	56,1±11,8
Nam	34 (75,6%)
BMI	
- < 18,5	1 (2,2%)
- 18,5 ≤ BMI < 25	34 (75,6%)
- ≥ 25	10 (22,2%)

Rung nhĩ	
- Con	68,9%
- Dai dẳng	31,1%
Triệu chứng	
- Hồi hộp trống ngực	77,8%
- Đau ngực	26,7%
- Khó thở	17,8%
- Ngất	4,4%
- Mệt mỏi	11,1%

Nhận xét: BN có độ tuổi trung bình $56,1 \pm 11,8$ trong đó nam giới chiếm 75,6%, số BN nữ chiếm 24,4%, tỉ lệ nam/nữ = 3,17/1. Có 22,2% bệnh nhân bị thừa cân, béo phì, 2,2% bị thiếu cân. RN con chiếm tỉ lệ cao hơn với 68,9%, RN dai dẳng chiếm 31,1%. Triệu chứng cơ năng thường gặp nhất là hồi hộp, trống ngực (77,8%). Có 4,4% bệnh nhân có triệu chứng ngất.

Bảng 2. Đặc điểm tĩnh mạch phổi trên cắt lớp vi tính

Lỗ đổ TMP		Nhóm chung	RN con (n=31)	RN dai dẳng (n=14)	p
Trên phải (n=45)	ĐK trên dưới	$18,29 \pm 2,39$	$17,71 \pm 2,18$	$19,56 \pm 2,42$	0,031
	ĐK trước sau	$16,14 \pm 2,26$	$15,60 \pm 2,12$	$17,32 \pm 2,16$	0,022
Dưới phải (n=45)	ĐK trên dưới	$17,63 \pm 3,74$	$17,26 \pm 3,65$	$18,45 \pm 3,95$	0,398
	ĐK trước sau	$15,07 \pm 3,82$	$14,83 \pm 3,80$	$15,59 \pm 3,94$	0,632
Trên trái (n=44)	ĐK trên dưới	$18,60 \pm 2,55$	$17,86 \pm 2,13$	$20,39 \pm 2,66$	0,003
	ĐK trước sau	$15,79 \pm 2,43$	$15,04 \pm 2,00$	$17,59 \pm 2,50$	0,007
Dưới trái (n=44)	ĐK trên dưới	$15,25 \pm 1,88$	$14,89 \pm 1,72$	$16,12 \pm 2,03$	0,104
	ĐK trước sau	$12,08 \pm 1,77$	$11,67 \pm 1,57$	$13,06 \pm 1,91$	0,027

Nhận xét: ĐK trên dưới và trước sau của các TMP tại vị trí lỗ đổ được ghi nhận lần lượt là: TMP trên phải $18,29 \pm 2,39$ mm và $16,14 \pm 2,26$ mm; TMP dưới phải $17,63 \pm 3,74$ mm và $15,07 \pm 3,82$ mm; TMP trên trái $18,60 \pm 2,55$ mm và $15,79 \pm 2,43$ mm; TMP dưới trái $15,25 \pm 1,88$ mm và $12,08 \pm 1,77$ mm. Có sự khác biệt giữa kích thước ĐK trên dưới và trước sau của cả bốn TMP, ĐK trên dưới lớn hơn ĐK trước sau, với $p < 0,05$.

Bảng 3. Đặc điểm nhĩ trái trên phim lớp vi tính

Đặc điểm	Nhóm chung	RN con (n=31)	RN dai dẳng (n=14)	p
Đường kính trước sau NT (mm)	59,97 ± 7,03	35,38 ± 5,35	39,64 ± 4,90	0,007
Đường kính ngang NT (mm)	36,70 ± 5,53	51,88 ± 8,58	57,53 ± 8,30	0,09
Đường kính trên dưới NT (mm)	53,64 ± 8,81	58,65 ± 7,17	62,89 ± 5,95	0,07
Thời gian thủ thuật (phút)	204,89 ± 36,03	190,32 ± 31,57	237,14 ± 21,64	0,000
Thời gian triệt đốt (phút)	42,16 ± 9,63	40,87 ± 9,26	45,00 ± 10,15	0,32

Nhận xét: Đường kính trước sau và trên dưới TMP trên phải, trên trái và ĐK trước sau TMP dưới trái ở BN RN dai dẳng lớn hơn có ý nghĩa thống kê so với BN RN con ($p < 0,05$). Sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê về kích thước ĐK trên dưới, trước sau của TMP dưới phải, ĐK trên dưới TMP dưới trái giữa BN RN dai dẳng và RN con ($p > 0,05$).

Bảng 4. Mối liên quan giữa đặc điểm tĩnh mạch phổi với kết quả triệt đốt rung nhĩ

Đặc điểm		Thành công (N=33) n (%)	Tái phát (N=12) n (%)	OR (CI95%)	p
Giải phẫu	Biến đổi	23 (69,7)	6 (50,0)	1,39 (0,76-2,56)	0,22
	Bình thường	10 (30,3)	6 (50,0)		
Loại RN	Con	29 (87,9)	2 (16,7)	5,27 (1,48-18,80)	0,000
	Dai dẳng	4 (12,1)	10 (83,3)		

Nhận xét: Bệnh nhân có rung nhĩ con có kết quả triệt đốt thành công cao hơn những BN có rung nhĩ dai dẳng 5,27 lần (OR=5,27 và khoảng tin cậy 95% từ 1,48-18,80). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$. Không có sự khác biệt giữa nhóm có đặc điểm biến thể giải phẫu và kết quả triệt đốt với $p > 0,05$.

Bảng 5. Mối liên quan giữa đặc điểm nhĩ trái với kết quả triệt đốt rung nhĩ

Đường kính nhĩ trái		Thành công (N=33) n (%)	Tái phát (N=12) n (%)	OR (CI95%)	p
Trước sau	≥ 41 mm ≥ 40 mm	5 (41,7)	7 (58,3)	2,04 (1,03-4,04)	0,004
	< 41 mm < 40 mm	28 (84,9)	5 (15,1)		
Ngang	≥ 73 mm	0 (0,0)	2 (100,0)		0,07
	< 73 mm	33 (76,7)	10 (23,3)		

Nhận xét: Bệnh nhân có ĐK trước sau đủ tiêu chuẩn lớn NT có kết quả triệt đốt thành công thấp hơn những BN không bị lớn NT 2,04 lần (OR=2,04 và khoảng tin cậy 95% từ 1,03-4,04). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$. Không có khác biệt giữa nhóm BN có ĐK ngang đủ tiêu chuẩn lớn NT có kết quả triệt đốt thành công thấp hơn những BN không bị lớn NT với $p > 0,05$.

BÀN LUẬN

Một số đặc điểm chung

Tuổi trung bình của nhóm nghiên cứu là $56,1 \pm 11,8$ tuổi. Qua nhiều nghiên cứu cho thấy tỉ lệ mắc RN gia tăng theo tuổi, cứ sau mỗi mười năm tuổi thì tỉ lệ mắc bệnh tăng lên gấp đôi, từ $< 0,5\%$ ở lứa tuổi 40-50, đến 5-15% ở lứa tuổi 80 và 70% bệnh nhân RN có độ tuổi từ 65-85. Tuổi làm tăng nguy cơ bị RN thông qua việc gây mất đồng bộ cơ nhĩ và các rối loạn dẫn truyền phối hợp liên quan xơ hóa do tuổi tác. Rung nhĩ cơn chiếm từ 25% đến 62% các trường hợp RN lần đầu tiên được phát hiện. Takahashi A. (2002) nghiên cứu 234 bệnh nhân RN nhập viện phát hiện 94 bệnh nhân (40,2%) có cơn rung nhĩ. Về giới tính, 75,6% số người bệnh của chúng tôi là nam giới, như vậy số người bệnh nam giới gấp hơn 3 lần số NB nữ giới, kết quả này phù hợp với hầu hết các nghiên cứu khác trên thế giới.

Đặc điểm của tĩnh mạch phổi và nhĩ trái

Đường kính của lỗ TMP có vai trò quan trọng trong việc lựa chọn kích thước ống thông và qua đó giúp lựa chọn năng lượng thích hợp để tránh biến chứng thủng, hẹp sau triệt đốt RF. Các nghiên cứu cũng chỉ ra rằng lỗ TMP hình bầu dục có thể ảnh hưởng đến vị trí và tính ổn định của ống thông trong thủ thuật. Kết quả của Maria Manuel và cộng sự (2009) các đường kính TMP theo chiều trước sau: trên phải ($17,9 \pm 3,4$ mm),

dưới phải ($16,4 \pm 2,9$ mm), trên trái ($16,2 \pm 2,9$ mm), dưới trái ($15,2 \pm 2,6$ mm), đều nhỏ hơn đường kính theo chiều trên dưới: trên phải ($18,2 \pm 2,9$ mm), dưới phải ($16,9 \pm 2,6$ mm), trên trái ($17,0 \pm 2,7$ mm), dưới trái ($16,5 \pm 2,5$ mm); đường kính trung bình các TMP bên phải đều lớn hơn các TMP bên trái tương ứng [2]. Kết quả của M. Skowerski (2018) cho thấy, đường kính trước sau, trên dưới ở TMP ở bệnh nhân rung nhĩ đều lớn hơn so với nhóm chứng. Ở cả 2 nhóm thì đường kính TMP trên đều lớn hơn so với TMP dưới [3]. Ngoài ra, có sự khác biệt đáng kể về kích thước tâm nhĩ trái trên CLVT giữa bệnh nhân không có rối loạn chức năng tâm trương trên siêu âm tim ($3,59 \pm 0,80$ cm) và những bệnh nhân có rối loạn chức năng tâm trương ($4,25 \pm 0,66$ cm) hoặc rối loạn chức năng tâm trương nghiêm trọng ($4,56 \pm 0,42$ cm, $p < 0,0001$). Đường cong ROC với diện tích dưới đường cong là 0,75 (0,66–0,84), được sử dụng để tính toán độ nhạy và độ đặc hiệu cho kích thước NT xác định rối loạn tâm trương với ngưỡng kích thước LA lớn là trên 4,0 cm cho thấy độ nhạy 68,1% và độ đặc hiệu là 73,9% [4].

Một số yếu tố liên quan giữa đặc điểm trên cắt lớp vi tính và kết quả điều trị triệt đốt rung nhĩ

Các nghiên cứu đã ghi nhận rằng BN có RN cơn kịch phát được dự đoán có kết quả can thiệp tốt hơn so với RN dai dẳng [5,6]. Trong nghiên cứu của chúng tôi, BN có RN cơn có kết quả triệt đốt thành công cao hơn những BN có RN dai dẳng 5,27 lần (OR=5,27 và khoảng tin cậy 95% từ 1,48-18,80). Sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$. Điều này có thể là qua thời dài gian mắc bệnh, quá trình tái cấu trúc NT làm mất đi tính đồng nhất về mô và điện học tâm nhĩ, dẫn đến việc xuất hiện

thêm các ổ khởi phát RN khác, bên cạnh các ổ khởi phát từ các TMP ban đầu.

Nghiên cứu của Masateru T. (2014) phân tích gộp đa trung tâm cũng khẳng định tái kết nối điện học NT và TMP là yếu tố cơ bản dẫn đến tái phát RN. Một số yếu tố dự báo tái phát RN là thời gian RN kéo dài, đáp ứng kém với thuốc chống loạn nhịp, NT giãn[7].

Trong nghiên cứu do Sabina Istratoaie và các cộng sự tiến hành trên 80 BN tại Romania với 66,3% BN bị RN kịch phát, tuổi trung bình của nghiên cứu là 53.8 ± 9.6 , thời gian theo dõi trung bình là 14 tháng, có 62,5% BN trở về nhịp xoang sau khi can thiệp. Nghiên cứu này chỉ ra rằng những BN có thể tích NT > 48,5 mm có nguy cơ bị lại RN gấp 3,04 lần so với những BN có thể tích NT thấp hơn và trong nghiên cứu của Njoku cũng có kết quả tương tự với một phân tích gộp từ 9 nghiên cứu với 1425 BN. Trong nghiên cứu cũng tổng hợp kết quả nghiên cứu của 30 phân tích gộp khác đều chứng minh rằng, thể tích NT là một yếu tố độc lập để tiên lượng nguy cơ tái phát sau khi triệt đốt (OR-1,032; CI-1,012-1,052). Tuy nhiên, trong nghiên cứu tác giả cũng cho biết có khó khăn trong đánh giá thể tích NT dựa trên đường kính đo được, thường kết quả sẽ ước tính thấp hơn kích thước thật của NT [8,9].

BN có tái phát RN sau điều trị thường do sự tái hoạt động điện sau triệt đốt [10,11]. Các BN có kích thước NT lớn có nguy cơ tái kết nối điện cao hơn bởi diện tích lớn tạo thuận lợi cho việc tái kết nối điện. Bên cạnh đó, tăng kích thước NT cũng làm tăng nguy cơ bất thường về mô học và điện sinh lý, qua đó làm tăng nguy cơ tái kết nối điện sau triệt đốt.

KẾT LUẬN

Đánh giá hình ảnh nhĩ trái và tĩnh mạch phổi chi tiết là cần thiết khi thực hiện thủ thuật

triệt đốt rung nhĩ. Rung nhĩ cơn có kết quả triệt đốt tốt hơn so với rung nhĩ dai dẳng. Đường kính nhĩ trái lớn có liên quan đến tỷ lệ triệt đốt thành công thấp hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Krijthe BP, Kunst A, Benjamin EJ, Lip GYH, Franco OH, Hofman A, et al. Projections on the number of individuals with atrial fibrillation in the European Union, from 2000 to 2060. *Eur Heart J.* 2013 Sep;34(35):2746–51.

2. Monteiro MM, Saraiva C, Castelo Branco J, Cavaco D, Adragão P. Characterization of pulmonary vein morphology using multi-detector row CT study prior to radiofrequency ablation for atrial fibrillation. *Rev Port Cardiol.* 2009 May;28(5):545–59.

3. Skowerski M, Wozniak-Skowerska I, Hoffmann A, Nowak S, Skowerski T, Sosnowski M, et al. Pulmonary vein anatomy variants as a biomarker of atrial fibrillation – CT angiography evaluation. *BMC Cardiovascular Disorders.* 2018 Jul 13;18(1):146.

4. Lick AN, Danrad R, Smith DL, Lammi MR. Left Atrium Measurements via Computed Tomography Pulmonary Angiogram as a Predictor of Diastolic Dysfunction. *J Comput Assist Tomogr.* 2017;41(5):792–7.

5. Kojodjojo P, O'Neill MD, Lim PB, Malcolm-Lawes L, Whinnett ZI, Salukhe TV, et al. Pulmonary venous isolation by antral ablation with a large cryoballoon for treatment of paroxysmal and persistent atrial fibrillation: medium-term outcomes and non-randomised comparison with pulmonary venous isolation by radiofrequency ablation. *Heart.* 2010 Sep;96(17):1379–84.

6. Yasuda T, Kumagai K, Ogawa M, Noguchi H, Tojo H, Matsumoto N, et al. Predictors of successful catheter ablation for atrial fibrillation using the pulmonary vein isolation technique. *J Cardiol.* 2004 Aug;44(2):53–8.
7. Takigawa M, Takahashi A, Kuwahara T, Okubo K, Takahashi Y, Watari Y, et al. Long-Term Follow-Up After Catheter Ablation of Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Circulation: Arrhythmia and Electrophysiology.* 2014 Apr;7(2):267–73.
8. Istratoaie S, Roşu R, Cismaru G, Vesa Ştefan C, Puiu M, Zdrenghea D, et al. The Impact of Pulmonary Vein Anatomy on the Outcomes of Catheter Ablation for Atrial Fibrillation. *Medicina (Kaunas).* 2019 Nov 4;55(11):727.
9. Njoku A, Kannabhiran M, Arora R, Reddy P, Gopinathannair R, Lakkireddy D, et al. Left atrial volume predicts atrial fibrillation recurrence after radiofrequency ablation: a meta-analysis. *Europace.* 2018 Jan 1;20(1):33–42.
10. Lemola K, Hall B, Cheung P, Good E, Han J, Tamirisa K, et al. Mechanisms of recurrent atrial fibrillation after pulmonary vein isolation by segmental ostial ablation. *Heart Rhythm.* 2004 Jul;1(2):197–202.
11. Ouyang F, Antz M, Ernst S, Hachiya H, Mavrakis H, Deger FT, et al. Recovered pulmonary vein conduction as a dominant factor for recurrent atrial tachyarrhythmias after complete circular isolation of the pulmonary veins: lessons from double Lasso technique. *Circulation.* 2005 Jan 18;111(2):127–35.