

Kết quả triệt đốt cơn nhịp nhanh vòng vào lại nút nhĩ thất sử dụng lập bản đồ giải phẫu điện học ba chiều

Phạm Như Hùng*

TÓM TẮT

Tổng quan

Nghiên cứu này nhằm đánh giá hiệu quả của phương pháp triệt đốt 2D và phương pháp triệt đốt lập bản đồ giải phẫu điện học ba chiều (triệt đốt 3D) trong điều trị nhịp nhanh vào lại nút nhĩ thất (AVNRT).

Phương pháp

Tổng cộng 245 bệnh nhân AVNRT được chia thành hai nhóm. Nhóm I gồm 185 bệnh nhân được thực hiện triệt đốt bằng catheter theo phương pháp 2D. Nhóm II gồm 60 bệnh nhân được triệt đốt bằng phương pháp lập bản đồ 3D.

Kết quả:

Tỷ lệ thành công đạt 100% ở cả hai nhóm. Thời gian chiếu tia ở nhóm I dài hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm II ($283,99 \pm 134,14$ giây so với $77,27 \pm 48,01$ giây; $p < 0,001$). Thời gian thực hiện thủ thuật và thời gian phát năng lượng RF ở nhóm I ngắn hơn đáng kể so với nhóm II ($43,73 \pm 8,51$ phút so với $51,67 \pm 10,52$ phút; $p < 0,05$) và ($53,44 \pm 33,87$ giây so với $71,28 \pm 47,47$ giây; $p < 0,01$). Số lần phát năng lượng RF ở nhóm I cũng thấp hơn nhóm II một cách có ý nghĩa thống kê ($2,85 \pm 1,58$ lần so với $3,58 \pm 2,82$ lần; $p < 0,05$). Tổng liều bức xạ tính theo diện tích ở nhóm I cao hơn rõ rệt so với nhóm II ($2,18 \pm 1,61$ Gy-cm² so với $0,49 \pm 0,48$ Gy-cm²; $p < 0,001$). Sau 6 tháng theo dõi, tỷ lệ tái phát là 0,5% ở nhóm I và 1,6% ở nhóm II.

Kết luận:

Phương pháp triệt đốt 3D trong điều trị AVNRT có thể giúp giảm thời gian tiếp xúc với tia X. Tuy nhiên, phương pháp này có thể làm tăng thời gian thủ thuật, số lần phát năng lượng RF và tổng thời gian phát năng lượng so với phương pháp truyền thống.

Từ khóa: AVNRT, triệt đốt, lập bản đồ 3D

OUTCOMES OF ATRIOVENTRICULAR NODAL REENTRANT TACHYCARDIA ABLATION USING THREE-DIMENSIONAL ELECTROANATOMICAL MAPPING ABSTRACT

Objective: This study aimed to evaluate the efficacy of conventional 2D ablation and three-dimensional electroanatomical mapping-guided ablation (3D ablation) in the treatment of atrioventricular nodal reentrant tachycardia (AVNRT)

Method: 245 patients of AVNRT were divided to 2 groups. Group I consisted of 185 patients who underwent the conventional catheter ablation. Group II consisted of 60 patients who underwent the ablation using 3D electroanatomical mapping.

*Bệnh viện Tim Hà Nội,
92 Trần Hưng Đạo, Cửa Nam, Hà Nội, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Phạm Như Hùng.

Email: phamnhuhung@timhanoi.vn. Tel: 0913225648

Ngày nhận bài: 16/07/2025 Ngày sửa bài: 04/08/2025

Ngày chấp nhận đăng: 08/08/2025

Results: The successful rate was 100% in both groups. The fluoroscopy time of group I was significantly longer than the group II (283.99 ± 134.14 seconds versus 77.27 ± 48.01 seconds; $p < 0.001$). The procedure time and RF delivery time of group I were significantly shorter than the group II (43.73 ± 8.51 minutes versus 51.67 ± 10.52 minutes; $p < 0.05$) and (53.44 ± 33.87 seconds versus 71.28 ± 47.47 seconds; $p < 0.01$) respectively. The number of RF application of group I was significantly lower than the group II (2.85 ± 1.58 times versus 3.58 ± 2.82 times; $p < 0.05$). The total

dose area product of group I was significantly higher than the group II (2.18 ± 1.61 Gy-cm² versus 0.49 ± 0.48 Gy-cm²; $p < 0.001$). After 6 month follow-up, 0.5% in group I and 1.6% in group II had a recurrence of AVNRT.

Conclusion: The fluoroless catheter ablation for AVNRT can reduce fluoroscopy time. However, the fluoroless catheter ablation can increase the procedure time, number of RF application and RF delivery time compared to conventional catheter ablation.

Keywords: AVNRT, ablation, mapping 3D.

1. Tổng quan

Nhịp nhanh vào lại nút nhĩ thất (AVNRT) là dạng phổ biến nhất của nhịp nhanh trên thất, chiếm hơn 50% tổng số các trường hợp nhịp nhanh trên thất [1]. Triệt đốt bằng catheter theo phương pháp 2D được xem là điều trị dứt điểm cho bệnh lý này với tỷ lệ thành công trên 95% và tỷ lệ biến chứng dưới 1% [2].

Trong những năm gần đây, hệ thống lập bản đồ giải phẫu điện học ba chiều (bản đồ 3D) ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong các phòng thăm dò điện sinh lý tim. Tuy nhiên, dữ liệu so sánh giữa phương pháp triệt đốt 2D và 3D trong điều trị AVNRT hiện vẫn còn rất hạn chế. Do đó, mục tiêu của nghiên cứu này là so sánh hiệu quả của hai phương pháp trên.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Nghiên cứu gồm 245 bệnh nhân AVNRT được thực hiện triệt đốt catheter tại Bệnh viện Tim Hà Nội, Việt Nam trong khoảng thời gian từ tháng 3 năm 2018 đến tháng 9 năm 2019. Thu thập dữ liệu dựa trên hồ sơ bệnh án. Các bệnh nhân được chia thành hai nhóm:

- Nhóm I gồm 185 bệnh nhân được triệt đốt bằng catheter theo phương pháp 2D.

- Nhóm II gồm 60 bệnh nhân được triệt đốt bằng catheter với lập bản đồ 3D.

Tất cả bệnh nhân đều được gây con AVNRT ngay từ đầu thủ thuật. Những trường hợp có rối loạn nhịp khác đi kèm bị loại trừ khỏi nghiên cứu. Tất cả bệnh nhân đã ngưng thuốc chống loạn nhịp ít nhất 5 chu kỳ bán hủy trước thủ thuật, và không có bệnh nhân nào sử dụng amiodarone trong vòng 3 tháng trước đó.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu quan sát hồi cứu

2.3. Kỹ thuật lập bản đồ và triệt đốt

Thông thường, 2 catheter (cỡ 4–6F) được đặt lần lượt tại thất phải và nhĩ phải thông qua đường tĩnh mạch đùi; catheter tại xoang vành (CS) được đưa vào qua đường tĩnh mạch dưới đòn hoặc tĩnh mạch đùi. Nghiên cứu điện sinh lý được thực hiện theo các quy trình tiêu chuẩn. Chẩn đoán AVNRT được xác định dựa trên các tiêu chuẩn đã được công bố [3].

Ở nhóm I, các bước đặt điện cực chẩn đoán được thực hiện hoàn toàn bằng hệ thống chiếu tia

X (DSA). Sau khi chẩn đoán xác định con AVNRT, catheter triệt đốt sẽ được đưa vào nhĩ phải qua tĩnh mạch đùi và xác định vị trí điện thế His ở các cúp nghiêng phải 30 độ hoặc nghiêng trái 45 độ. Từ vị trí His sẽ điều chỉnh catheter tìm vị trí đường chậm và tiến hành triệt đốt.

Ở nhóm II, toàn bộ thủ thuật được thực hiện với hệ thống lập bản đồ 3D Ensite Velocity (St. Jude Medical). Việc chiếu tia được hạn chế tối đa và chỉ được sử dụng khi cần thiết để định vị catheter tại xoang vành hoặc trong các thao tác đặc biệt.

Catheter triệt đốt (7F, đầu 4 mm) được đưa vào qua tĩnh mạch đùi phải. Việc lập bản đồ và tạo điểm triệt đốt chủ yếu tập trung từ vùng bó His đến lỗ xoang vành (Hình 1). Trong các trường hợp khó, các cấu trúc như vùng bó His, lỗ

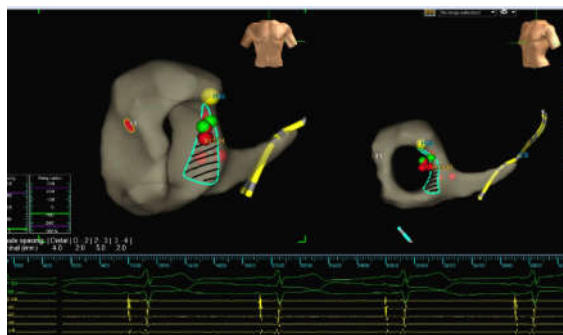
xoang vành và van ba lá được tái tạo giải phẫu (Hình 2).

Ở cả hai nhóm, năng lượng sóng RF được phát tại phần thấp nhất của tam giác Koch, nơi ghi nhận điện thế đặc trưng của đường dẫn truyền chậm (sóng nhĩ đa pha) và/hoặc tỷ lệ biên độ nhĩ-thất từ 1:5 đến 1:3 [4]. Năng lượng RF được phát trong khoảng 20–50 W, với nhiệt độ giới hạn từ 50–70°C tùy theo từng bệnh nhân. Sự xuất hiện của nhịp bộ nối trong quá trình triệt đốt là dấu hiệu chỉ thị cho việc tiếp tục phát năng lượng trong khoảng 15 đến 30 giây. Nếu không xuất hiện nhịp bộ nối, năng lượng được ngưng sau 10 giây và chuyển sang vị trí khác.

Thành công cấp tính được xác định khi không thể khởi phát lại con AVNRT bằng kích thích theo chương trình và/hoặc truyền isoproterenol [5]



Hình 1. Bệnh nhân nữ 61 tuổi với con AVNRT. Các chấm đỏ là vị trí triệt đốt. Chấm vàng là đánh dấu vùng bó His



Hình 2. Bệnh nhân nữ 16 tuổi với con AVNRT. Hình bên trái là tư thế tim trước- sau, bên phải là tư thế nghiêng trái 45 độ. Các chấm xanh biểu thị vùng triệt đốt thành công. Chấm vàng là đánh dấu vùng His. Các chấm đỏ là vùng triệt đốt nhưng không thành công. Tam giác màu xanh là vùng tam giác Koch. Hệ thống lập bản đồ Ensite Velocity

2.4. Theo dõi

Bệnh nhân được theo dõi bởi bác sĩ chuyên khoa tim mạch tại phòng khám ngoại trú của bệnh viện, bắt đầu ngay sau thủ thuật và kéo dài ít nhất 6 tháng. Đối với các trường hợp không thể tái khám trực tiếp, việc theo dõi được thực hiện qua phỏng vấn điện thoại. Điện tâm đồ 12 chuyển đạo hoặc ghi điện tâm đồ Holter được chỉ định khi bệnh nhân có triệu chứng hồi hộp. Tái phát được định nghĩa là sự xuất hiện của các cơn nhíp nhanh trên thất có hoặc không triệu chứng, được xác nhận bằng điện tâm đồ hoặc Holter. Thủ thuật triệt đốt lần hai được chỉ định khi ghi nhận tái phát có triệu chứng.

2.5. Phân tích và xử lý số liệu

Toàn bộ dữ liệu được tổng hợp dưới dạng tần suất và tỷ lệ phần trăm đối với biến định tính, và trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn (SD) đối với biến định lượng. So sánh giữa các nhóm được thực hiện bằng các phép kiểm Chi bình phương, Fisher

exact test và t-test hai mẫu độc lập, tùy theo loại biến. Phân tích thống kê được thực hiện bằng phần mềm IBM SPSS cho Windows phiên bản 20.0 (Armonk, NY: IBM Corp). Mức ý nghĩa thống kê được xác định khi $p < 0,05$.

3. Kết quả

Trong thời gian nghiên cứu, 245 bệnh nhân được chẩn đoán con AVNRT đã được tiến hành triệt đốt bằng catheter với tỷ lệ thành công đạt 100%. Nhóm I bao gồm 185 bệnh nhân được điều trị bằng phương pháp triệt đốt 2D. Nhóm II gồm 60 bệnh nhân được triệt đốt với lập bản đồ giải phẫu điện học ba chiều (3D).

Đặc điểm lâm sàng của hai nhóm được trình bày trong Bảng 1. Không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa hai nhóm về tuổi, giới, các bệnh lý kèm theo, và các thông số siêu âm tim cơ bản.

Bảng 1. Đặc điểm lâm sàng các bệnh nhân

	Nhóm I (n=185)	Nhóm II (n=60)	P	Toàn bộ quần thể
Tuổi (năm, $X \pm SD$)	55.48 $\pm$ 15.64	52.09 $\pm$ 16.79	NS	52.92 $\pm$ 16.55
Giới nữ (n, %)	129 (69.7%)	42 (70.0%)	NS	69.8%
Có thai (n, %)	0	1 (1.6%)	NS	0.4%
Dưới 16 tuổi	0	4 (6.7%)	NS	1.6%
Tăng huyết áp (n, %)	28 (15.1%)	8 (13.3%)	NS	14.7%
Đái tháo đường (n, %)	10 (5.4%)	4 (6.7%)	NS	5.7%
Hẹp van hai lá	1 (0.6%)	0	NS	0.4%
Thông liên nhĩ	1 (0.6%)	0	NS	0.4%
LVDD (mm, $X \pm SD$)	45.37 $\pm$ 5.14	46.43 $\pm$ 5.06	NS	45.63 $\pm$ 5.12
LVEF (% , $X \pm SD$)	69.10 $\pm$ 6.33	68.68 $\pm$ 6.20	NS	69.00 $\pm$ 6.29

Các dữ liệu liên quan đến thủ thuật triệt đốt được trình bày trong Bảng 2. Nhóm sử dụng hệ thống lập bản đồ 3D có thời gian thực hiện thủ thuật và thời gian phát năng lượng RF dài hơn, cũng như số lần phát năng lượng nhiều hơn so với nhóm triệt đốt 2D. Tuy nhiên, nhóm này có thời gian chiếu tia X và tổng liều bức xạ tính theo diện tích thấp hơn một cách có ý nghĩa thống kê. Điều này phản ánh lợi ích của việc ứng dụng công nghệ lập bản đồ 3D trong việc giảm thiểu phơi nhiễm bức xạ mà vẫn đảm bảo hiệu quả điều trị.

Biến chứng: Không ghi nhận biến chứng nào liên quan đến thủ thuật.

Theo dõi: Sau 6 tháng theo dõi, có 1 trong số 185 bệnh nhân ở nhóm I (0,5%) và 1 trong số 60 bệnh nhân ở nhóm II (1,6%) tái phát nhịp nhanh trên thất.

Bảng 2. Các thông số liên quan đến triệt đốt

	Nhóm I (n=185)	Nhóm II (n=60)	P
Tỉ lệ thành công (%)	100%	100%	NS
Thời gian thủ thuật (phút, X ± SD)	43.73 ± 8.51	51.67 ± 10.52	<0.05
Thời gian chiếu tia (giây, X ± SD)	283.99 ± 134.14	57.93 ± 29.87	<0.001
Số lần phát năng lượng RF (X ± SD)	2.85 ± 1.58	3.58 ± 2.82	<0.05
Thời gian RF (giây, X ± SD)	53.44 ± 33.87	71.28 ± 47.47	<0.01
Thời gian chiếu tia > 10 phút (%)	4.8%	0	NS
Thời gian thủ thuật > 60 phút (%)	3.7%	6.6%	NS
Tổng liều bức xạ (Gy-cm2, X ± SD)	2.18 ± 1.61	0.49 ± 0.48	<0.001
Tỉ lệ tái phát (n, %)	1 (0.5%)	1 (1.6%)	NS

4. Bàn luận

Đối với các thủ thuật triệt đốt phức tạp như rung nhĩ, nhịp nhanh nhĩ và nhịp nhanh thất, lợi ích của việc sử dụng hệ thống lập bản đồ ba chiều (3D) là không có gì tranh cãi. Tuy nhiên, vai trò hỗ trợ của hệ thống lập bản đồ 3D trong các rối loạn nhịp trên thất thường gặp như AVNRT và nhịp nhanh vào lại nhĩ-thất vẫn chưa được xác lập rõ ràng. Một trong những lợi ích rõ rệt nhất của lập bản đồ 3D là khả năng giảm thời gian chiếu tia. Việc giảm thiểu phơi nhiễm bức xạ thông qua phương pháp triệt đốt 3D đã mở ra nhiều cơ hội điều trị an toàn cho các nhóm bệnh nhân đặc biệt như phụ nữ mang thai và trẻ em.

Trong nghiên cứu của chúng tôi, có một trường hợp bệnh nhân mang thai mà việc thực hiện triệt đốt bằng phương pháp 2D gặp nhiều khó khăn do nguy cơ ảnh hưởng của bức xạ đối với thai nhi. Một số nghiên cứu trước đó cũng cho thấy triệt đốt catheter trong thai kỳ có thể được thực hiện một cách an toàn và hiệu quả [6–7]. Khuyến cáo của Hội Tim mạch Châu Âu năm 2019 về điều trị nhịp nhanh trên thất đã đề xuất rằng triệt đốt 3D có thể được xem xét ở phụ nữ mang thai mắc nhịp nhanh trên thất kháng trị hoặc không dung nạp thuốc, tại các trung tâm có kinh nghiệm (mức khuyến cáo IIa) [8].

Một nhóm bệnh nhân khác được hưởng lợi đáng kể từ phương pháp triệt đốt 3D là trẻ em. Liều bức xạ tích lũy ở trẻ em có thể nguy hiểm hơn gấp 10 lần so với người lớn do sự nhạy cảm với tia X cao hơn [9]. Nhiều trung tâm đã báo cáo rằng việc sử dụng hệ thống lập bản đồ 3D trong triệt đốt catheter cho trẻ em là phương pháp tiếp cận hợp lý, không làm gia tăng nguy cơ biến chứng [10]. Gần đây, khuyến cáo đồng thuận từ chuyên gia của Hiệp hội Nhịp tim Châu Á – Thái Bình Dương (APHRS) đã đưa ra mức khuyến cáo I (mức bằng chứng C) cho việc sử dụng hệ thống lập bản đồ 3D trong triệt đốt nhịp nhanh trên thất ở trẻ em [11]. Trong nghiên cứu của chúng tôi, tất cả các bệnh nhân dưới 16 tuổi đều được tiến hành triệt đốt với hỗ trợ của hệ thống lập bản đồ 3D.

Đối với nhóm bệnh nhân cơn AVNRT, Kopelman HA và cộng sự [12] là những người đầu tiên báo cáo về việc ứng dụng hệ thống lập bản đồ 3D. Nghiên cứu của họ cho thấy thời gian chiếu tia, thời gian thực hiện thủ thuật và số lần phát RF đều giảm rõ rệt so với phương pháp 2D ($4,2 \pm 1,4$ phút so với $15,9 \pm 6,4$ phút), ($83,6 \pm 23,6$ phút so với $114 \pm 19,3$ phút), và ($2,7 \pm 1,6$ lần so với $5 \pm 2,8$ lần), tương ứng. Một số nghiên cứu khác cũng chứng minh rằng thời gian chiếu tia có thể được giảm về mức gần bằng không [13,14].

Trong nghiên cứu của chúng tôi, cả hai nhóm bệnh nhân đều đạt tỷ lệ thành công triệt đốt 100%. Không có biến chứng lớn nào được ghi nhận. So sánh hai nhóm cho thấy nhóm sử dụng hệ thống 3D có ưu thế rõ rệt về giảm thời gian chiếu tia và liều bức xạ. Tuy nhiên, thời gian thủ thuật, số lần phát năng lượng và tổng thời gian phát năng lượng lại cao hơn có ý nghĩa thống kê so với nhóm sử dụng phương pháp 2D. Điều này phản ánh việc thao tác với hệ thống 3D, đặc biệt ở những bệnh nhân AVNRT, có thể kéo dài thủ thuật so với kỹ thuật cổ điển vốn đã quen thuộc và nhanh chóng. Trong thực hành, các trường hợp AVNRT phức tạp với thời gian chiếu tia kéo dài

trên 10 phút chiếm tỷ lệ tương đối thấp (4,8%).

Như vậy, mỗi phương pháp đều có ưu nhược điểm nhất định. Hệ thống 3D đem lại lợi ích rõ ràng về giảm bức xạ, đặc biệt trong các trường hợp cần hạn chế chiếu tia, nhưng đi kèm với thời gian thủ thuật dài hơn. Phương pháp truyền thống có thời gian thao tác nhanh, hiệu quả lâm sàng cao nhưng phơi nhiễm tia X nhiều hơn. Do đó, việc lựa chọn kỹ thuật nên cá thể hóa tùy theo đặc điểm bệnh nhân, khả năng trang thiết bị và kinh nghiệm của trung tâm can thiệp

5. Kết luận

Phương pháp triệt đốt bằng lập bản đồ 3D có thể giúp giảm thời gian chiếu tia. Tuy nhiên, so với phương pháp triệt đốt 2D, phương pháp này có thể làm tăng thời gian thủ thuật, số lần phát năng lượng RF và tổng thời gian phát RF.

6. Hạn chế của nghiên cứu

Đây là một nghiên cứu hồi cứu, quan sát được thực hiện tại một trung tâm duy nhất với bốn bác sĩ can thiệp có trình độ và kinh nghiệm khác nhau trong lĩnh vực điện sinh lý học (từ 3 năm đến hơn 20 năm). Việc theo dõi được thực hiện dựa trên biểu hiện tái phát có triệu chứng, kết quả điện tâm đồ và ghi Holter. Ngoài ra, một số bệnh nhân được theo dõi thông qua phỏng vấn qua điện thoại.

Từ viết tắt

APHRS: Asia Pacific Heart Rhythm Society

AVNRT: Atrioventricular nodal reentrant tachycardia (nhịp nhanh vòng vào lại nút nhĩ thất)

CS: Coronary sinus (xoang vành)

ECG: Electrograms

ESC: European Society of Cardiology

NS: non-significant

RF: Radiofrequency

SD: Standard deviation

3D: three dimensional

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Orejarena L.A, Vidaillet Jr, Stefano F.D, Nordstrou D.L, Vierkant RA, Smith PN and Hayes JJ. Paroxysmal Supraventricular Tachycardia in the General population. *J. Am Coll Cardiol* 1998; 31: 150-157.
- Hosseini SM, Rozen G, Saleh A, Vaid J et al. Catheter ablation for cardiac arrhythmias: utilization and in-hospital complication, 2000 to 2013. *J Am Coll Cardiol EP* 2017; 3:1240-1248.
- Katrtsis DG, Josephson ME. Classification, electrophysiological features and therapy of atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *Arrhythm Electrophysiol Rev* 2016;5:130-135.
- Jackman WM, Beckman KJ, McClelland JH, Xang X et al.; Treatment of Supraventricular tachycardia due to Atrioventricular Nodal Reentry by Radiofrequency Catheter Ablation of Slow pathway conduction. *N.Engl.J Med* 1992; 327: 313-318.
- Katrtsis DG, Zografos T, Siontis KC, Giannopoulos G et al. Endpoints for successful slow pathway catheter ablation in typical and atypical atrioventricular nodal reentrant tachycardia. *J Am Coll Cardiol EP* 2019;5: 113-119.
- Kozluk E, Piatkowska A, Kiliszek M et al. Catheter ablation of cardiac arrhythmias in pregnancy without fluoroscopy: A case control retrospective study. *Adv Clin Exp Med* 2017; 26(1):129-134.
- Hung PN, Dan NV, Tuan NX et al. Catheter ablation of cardiac arrhythmias in pregnancy with limited fluoroscopy. *Interv Cardiol J* 2020; Vol 6 (1):89-96.
- Brugada J, Katrtsis DG, Arbelo E et al. 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia. *European Heart Journal* 2019; 00, 1- 66.
- Strauss KJ, Kaste SC. The ALARA concept in pediatric interventional and fluoroscopic imaging: striving to keep radiation doses as low as possible during fluoroscopy of pediatric patients - A white paper executive summary. *J Am Coll Radiol.* 2006;3:686-688 k
- Mad DY, Miyake CY, Sherwin ED, Walsh A et al. The use of an integrated electroanatomic mapping system and intracardiac echocardiography to reduce radiation exposure in children and young adults undergoing ablation of supraventricular tachycardia. *Europace* 2014; 16:277-283.
- Kim YH, Chen SA, Ernst S, Guzman CE et al. 2019 APHRS expert consensus statement on three dimensional mapping systems for tachycardia developed in collaboration with HRS, EHRA, and LAHRS. *Journal of Arrhythmia* 2020;00:1-56.
- Kopelman HA, Prater SP, Tondato F et al. Slow pathway catheter ablation of atrioventricular nodal re-entrant tachycardia guided by electroanatomical mapping: a randomized comparison to the conventional approach. *Europace* 2013;5:171-174.
- Razminia M, Willoughby MC, Demo H, Keshmiri H. Fluoroless Catheter Ablation of Cardiac Arrhythmias: A 5 year Experience. *Pacing Clin Electrophysiol* 2017; 40 (4):425-433.
- Giaccardi M, Rosso AD, Guarnaccia V, Ballo P et al. Near zero X-ray in arrhythmia ablation using a 3 dimensional electroanatomic mapping system: A multicenter experience. *Heart Rhythm* 2016; 13:150-156.