

Якушев А. В.¹, асистент кафедри хірургії серця та магістральних судин, <https://orcid.org/0000-0001-7888-1838>

Кравчук Б. Б.², канд. мед. наук, завідувач відділу електрофізіології та рентгенхірургічних методів лікування аритмій серця, <https://orcid.org/0000-0002-4535-7797>

¹Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

²ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Вплив застосування активаційного 3D-картування на рентгенонавантаження пацієнта при радіочастотній абляції типового тріпотіння передсердь

Резюме. Суправентрикулярні макрореентрі тахіаритмії займають провідні місця серед усіх видів тахіаритмій. Найпоширенішим у цій категорії є типове тріпотіння передсердь (ТП). Це порушення ритму серця справляє негативний вплив на якість життя пацієнтів. Ускладнення можуть призвести до інвалідизації та летальних наслідків через можливі тромбоемболії. Медикаментозне лікування ТП є обмеженим за ефективністю. Основним методом втручання є катетерна радіочастотна абляція (РЧА). Стандартно РЧА типового ТП виконують без використання систем навігації під контролем рентгеноскопії. Проте це призводить до підвищеного опромінення як пацієнта, так і медичного персоналу. Сучасні технології в інвазивній електрофізіології дозволяють створювати анатомічну модель серця і відтворювати поширення електричного збудження. Проте залишається відкритим питання доцільності рутинного використання додаткових методик навігації.

Мета – порівняти показники тривалості РЧА типового ТП та променевого навантаження при використанні анатомічного та анатомо-активаційного картування.

Матеріали та методи. Ця робота ґрунтується на аналізі результатів лікування 53 пацієнтів у Національному інституті серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова з 2014 по 2023 рік, яким проводили радіочастотну ізоляцію легеневих вен та симультанну абляцію тріпотіння передсердь. Анатомічне та активаційне картування ТП проводили в контрольний час після ізоляції легеневих вен. Залежно від методів візуалізації пацієнтів було розділено на дві групи. У групу I увійшли 27 пацієнтів, у яких створювали анатомічну модель правого передсердя. У групу II – 26 пацієнтів, яким проводили анатомічне та активаційне картування.

Результати. У всіх пацієнтів було досягнуто критеріїв ефективності двонаправленого блоку проведення через каво-трикуспідальний істмус (КТІ). У групі I загальна тривалість підтвердження діагнозу та побудови анатомічної моделі становила 312 ± 26 секунд. Середній час до моменту зупинки ТП та відновлення синусового ритму сягав 230 ± 19 секунд. Середній час тривалості процедури – $41,5 \pm 3,5$ хвилини, середній час використання рентгеноскопії – 120 ± 10 секунд, середній показник дози-площі (DAP, Dose Area Product) – $15 \pm 1,3$ Гр·см². У групі II середній час створення 3D активаційної моделі правого передсердя та верифікації діагнозу становив 748 ± 65 секунд. Середній час від першої аплікації до зупинки тахікардії – 227 ± 20 секунд. Середній час тривалості процедури – $55 \pm 4,7$ хвилини, рентген-час – 93 ± 8 секунди, середній DAP – $13 \pm 1,1$ Гр·см². Тривалість процедури у групі II була достовірно більшою ($p = 0,03$), а використання рентгену та рівень радіаційного навантаження не мало статистично значущої різниці ($p = 0,31$) між групами спостереження.

Висновки. Використання електроанатомічного картування збільшує час процедури на 24,5 % і не дає суттєвої переваги в зменшенні рентгеновського навантаження. Використання навігаційної системи при РЧА КТІ рекомендоване при супутньому радикальному лікуванні складних суправентрикулярних аритмій, зокрема фібриляції передсердь.

Ключові слова: суправентрикулярна тахіаритмія, 3D-навігація, радіочастотна катетерна абляція, активаційна карта, макрореентрі, каво-трикуспідальний істмус, анатомічна модель.

Вступ. Суправентрикулярні тахіаритмії за механізмом макрореентрі становлять найбільший відсоток у структурі порушень ритму серця [1]. Варто зауважити, що незважаючи на те що тріпотіння передсердь (ТП) вважається в цілому доброякісним, його ускладненнями є інвалідизуючі тромбоемболічні події та прогресування тахікардіоміопатії [2,3,4].

З патогенетичної точки зору, ТП є макрореентрі аритмією, яка виникає через фіброзування міокарда передсердь та зміни їх електрофізіологічних властивостей [5]. Хоча антиаритмічні препарати є однією з можливих терапевтичних стратегій, вони не завжди є ефективними для лікування макрореентрі тахіаритмій [6]. Таким чином, радіочастотна абляція (РЧА) вважається золотим стандартом у лікуванні типового ТП. Метою РЧА є створення лінії блоку в зоні cavo-трикуспідального істмусу (КТІ) – між тристулковим клапаном та устям нижньої порожнистої вени [7,8].

Анатомічне та активаційне картування є важливим інструментом для діагностики та лікування таких тахіаритмій. Розуміння аритмогенного субстрату є ключовим при РЧА [9]. Діагноз ТП може бути підтверджений, використовуючи «entrainment» тахікардії, а лінія блоку та її ефективність перевірена за допомогою диференціального стимуляційного тестування, навіть без використання системи навігації [7,10]. Часто РЧА субстрату ТП проводять одночасно з втручанням при фібриляції передсердь, що вимагає використання системи навігації [11]. Однією з переваг використання картування є можливість візуалізації тахіаритмії та розуміння точного місця нанесення радіочастотних аплікацій, при цьому зменшуючи дозу рентгеновського випромінювання. Однак варто враховувати, що недоліками такого підходу є збільшення вартості процедури, необхідність додаткового обладнання та підготовки медичного персоналу [12].

Мета – порівняти тривалість РЧА типового ТП та променеве навантаження при використанні анатомічного та анатомо-активаційного картування.

Матеріали та методи. Основою цієї роботи є проведений аналіз результатів лікування 53 пацієнтів, які отримували медичну допомогу в ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» з 2014 по 2023 рік, яким виконували радіочастотну ізоляцію легеневих вен та симультанну абляцію ТП. Анатомічне та активаційне картування ТП проводили в контрольний час після ізоляції легеневих вен.

Залежно від методу візуалізації пацієнтів було розділено на дві групи. Група I включала 27 пацієнтів (15 чоловіків та 12 жінок), яким виконували винятково анатомічну реконструкцію правого передсердя (ПП). Група II складалася з 26 пацієнтів (14 чоловіків та 12 жінок), яким проводили як анатомічне, так і активаційне картування для розуміння поширення

електричного імпульсу під час тахікардії. Демографічна та клінічна характеристика пацієнтів наведена у таблиці 1.

Процедуру РЧА виконували під контролем рентгеноскопії за допомогою ангиографа Infinix CC (Toshiba, Японія) та Innova (General Electrics, США). Електрофізіологічне дослідження та РЧА здійснювали з використанням обладнання LabSystem™ Pro (Bard Electrophysiology, США) та Claris (St. Jude Medical, США). Анатомічне та активаційне картування виконували на системі EnSite Precision (Abbott, США). Для нанесення радіочастотної енергії використовували 4-міліметровий керований електрод з іригацією. Параметри РЧА були: потужність 35 Вт та швидкість охолодження 17 мл/год. Кінцевою точкою РЧА було досягнення двонаправленого блоку проведення через КТІ, що зберігається протягом 30 хвилин. Час кожного етапу операції фіксували за допомогою годинника електрофізіологічної системи. Інформація щодо часу впливу рентгеновського випромінювання та добутку дози площі (DAP, Dose Area Product) під час процедур фіксувалося системним забезпеченням ангиографа. Процедуральні особливості груп зазначені у таблиці 2.

Статистичний аналіз було проведено за допомогою пакета прикладних програм Statistica 13.0 (trial version). Для перевірки відповідності нормальному розподілу використовували тест Шапіро – Вілка. Міжгрупову різницю кількісних даних оцінювали за допомогою методу Стьюдента. Статистичну значущість вважали зафіксованою на рівні не менше ніж 95,0 % ($p < 0,05$).

Проведення дослідження здійснено відповідно до етичних принципів Гельсінської декларації. Публікація отриманих даних була схвалена Комісією з біоети-

Таблиця 1

Загальна демографічна та клінічна характеристика пацієнтів

Показник	Група I, n = 27		Група II, n = 26	
	Стать, n (%)	чоловіча	15 (55,5)	14 (53,8)
	жіноча	12 (44,5)		
Вік, роки		53 ± 5,76		55 ± 3,69
Гіпертонічна хвороба, n (%)		20 (74)		22 (84,6)
Хронічна ішемічна хвороба серця, n (%)		6 (22,2)		5 (19,2)
Цукровий діабет, n (%)		3 (11,11)		2 (7,7)
Індекс маси тіла, кг/м ²		30,01 ± 3,69		28,58 ± 4,72
Функціональний клас за EHRA, n (%)	I	2 (7,4)		3 (11,5)
	II	8 (29,64)		10 (38,5)
	III	14 (51,85)		12 (46,2)
	IV	3 (11,11)		1 (3,8)
Фракція викиду лівого шлуночка, %		53,28 ± 8,83		51,48 ± 5,49

Таблиця 2

Процедуральні особливості груп

Показник		Група I, n = 27	Група II, n = 26
Флюороскопія		+	+
Навігаційне картування	анатомічне	+	+
	активаційне	-	+
Абляційний катетер	розмір кінчика, мм	4	4
	охолодження	+	+
Параметри аплікації	потужність, Вт	35	35
	швидкість охолодження, мл/хв	17	17

ки Національного інституту серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова.

Результати. Узагальнені показники отриманих інтра- та післяопераційних результатів представлено у таблиці 3.

Першим етапом втручання у групі I було підтвердження механізму тахікардії за допомогою «entrainment». Електрофізіологічне дослідження в середньому займало 225 ± 19 секунд. Після цього проводили анатомічне картування ПП, для чого використовувалися 4 контакти абляційного катетера для збору точок просторової геометрії (рисунок 1). Створення 3D анатомічної моделі ПП становило 78 ± 17 секунд. Загалом перший етап втручання займав 312 ± 26 секунд.

Другим етапом втручання було проведення РЧА та створення лінії двонаправленого блоку проведення через КТІ. Позичонування електрода та нанесення аплікацій здійснювали під контролем навігаційної системи. Місця, де були застосовані радіочастотні аплікації разом із їх параметрами, були позначені на анатомічній карті з використанням кодування кольорами.

Таблиця 3

Характеристика інтра- та післяопераційних показників

Показник, одиниці вимірювання	Група I, n = 27	Група II, n = 26
Середній час проведення електрофізіологічного дослідження, с	312 ± 26	748 ± 65
Середній час від першої аплікації до відновлення синусового ритму, с	230 ± 19	227 ± 20
Середній додатковий час до виникнення двонаправленого блоку, с	71 ± 6	65 ± 6
Середній час процедури, хв	$41,5 \pm 3,5$	$55 \pm 4,7$
Середній час рентгену, с	120 ± 10	93 ± 8
Середній добуток дози-площі, Гр-см ²	$15 \pm 1,3$	$13 \pm 1,1$
Гострий інтраопераційний рецидив, n (%)	3 (11,11)	2 (7,7)
Рецидив через 1 рік, n (%)	0 (0)	0 (0)

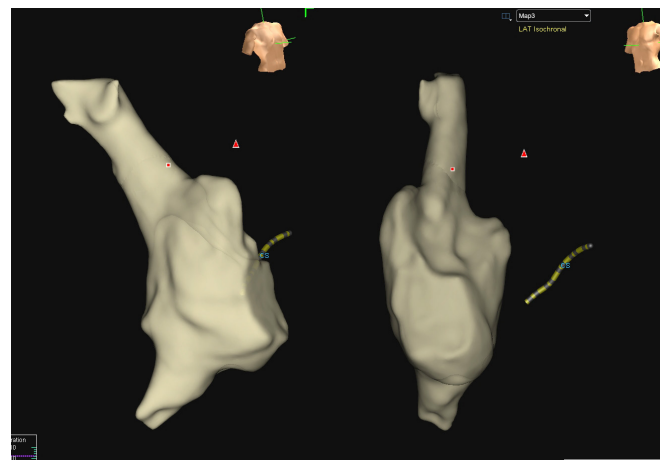


Рисунок 1. 3D анатомічна модель правого передсердя

Зупинка ТП у середньому становила 230 ± 19 секунд. З метою досягнення лінії двонаправленого не-проведення додаткове РЧА було виконано у всіх пацієнтів. Період від відновлення синусового ритму до створення двонаправленого блоку через КТІ у середньому становив 71 ± 6 секунд. У середньому потрібно було донести $3,2 \pm 3$ аплікацій. Протягом 30 хвилин інтраопераційного спостереження у трьох пацієнтів було відновлення проведення через КТІ. Це вимагало донесення додаткових аплікацій. Зони реконекції збігалися з місцями без нанесених аплікацій відповідно до навігаційної системи. У всіх пацієнтів відновлення стійкої лінії не-проведення було досягнуто однією додатковою аплікацією РЧА. Критерії успіху РЧА КТІ було досягнуто у 100 % пацієнтів. Середній час, витрачений на процедуру, сягав $41,5 \pm 3,5$ хвилини, середній час використання рентгенівського опромінення – 120 ± 10 секунд, DAP – $15 \pm 1,3$ Гр-см².

Через 1 рік на контрольному обстеженні усі пацієнти відзначали поліпшення самопочуття. Протягом періоду спостереження не було зафіксовано рецидиву ТП.

У групі II першим етапом втручання було створення анато-активаційної карти ПП. Для досягнення цієї задачі використовували 4 контакти абляційного електрода. Під час моделювання відтворювали тристулковий клапан, стінки ПП, устя верхньої та нижньої порожнистих вен, вушко ПП. При побудові активаційної карти за референтний сигнал використовували 2 пари електродів коронарного синуса і вимірювали випередження електричного збудження по дистальній парі абляційного електрода. Для побудови активаційної карти застосовували протокол Local Activation Time (рисунок 2). Встановлення електрофізіологічного механізму аритмії проводили за допомогою активаційного картування. Середній час створення карти та перевірки діагнозу досягав 748 ± 65 секунд.

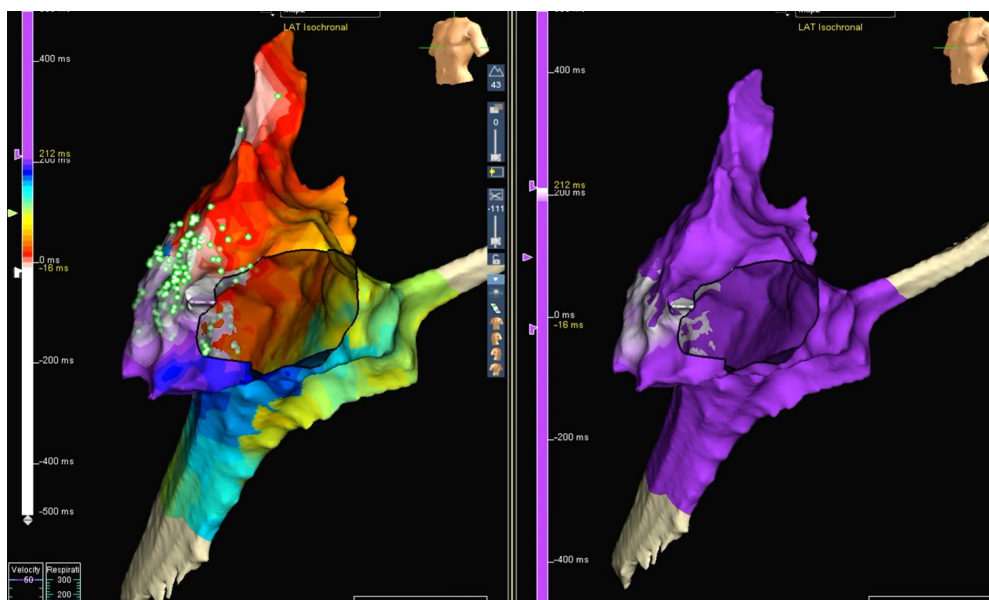


Рисунок 2. Анатомічна та активаційна карта правого передсердя

Середній інтервал часу між першою аплікацією та припиненням тахікардії становив 227 ± 20 секунд. В усіх пацієнтів необхідно було використовувати додаткові аплікації для досягнення блоку через КТІ. Під час контрольного часу зафіксовано два випадки рецидиву проведення в ділянці КТІ. У середньому це потребувало застосування двох додаткових аплікацій на одну процедуру і додаткового часу 65 ± 6 секунд. Місця рецидиву збігалися з точками, де не було попередньо нанесено радіочастотних аплікацій відповідно до електроанатомічної карти. У всіх пацієнтів було досягнуто встановлених критеріїв ефективності. Загальний час процедури досягав $55 \pm 4,7$ хвилини, час рентгеноскопії – 93 ± 8 секунд, DAP – $13 \pm 1,1$ Гр·см².

Під час контрольного огляду через 1 рік усі пацієнти цієї групи фіксували помітне поліпшення самопочуття порівняно зі станом на початку дослідження. Рецидивів ТП не спостерігалось.

Обговорення. У всіх пацієнтів, які були включені в дослідження ($n = 53$), перший етап втручання передбачав встановлення електрофізіологічного механізму тахікардії та оцінювання активації передсердь. Проте в групі II спостерігалась більша тривалість цього етапу порівняно з групою I, і ця різниця була статистично значущою ($p < 0,001$).

Наступним етапом було припинення тахікардії. У більшості пацієнтів тахікардія припинялася приблизно через 4 хвилини (231 ± 20 секунд, $n = 53$) після застосування 7–8 аплікацій. Статистично значущих різниць між групами I та II не було виявлено ($p = 0,33$).

Завершальним кроком у процедурі було створення двонаправленого блоку та підтвердження збереження

критеріїв ефективності протягом контрольного періоду. Додатковий час, який потрібний був для досягнення двонаправленого блоку після відновлення синусового ритму, сягав 68 ± 6 секунд ($n = 53$). Порівняння цього додаткового часу та кількості додаткових аплікацій між групами спостереження не виявило статистично значущих відмінностей за критерієм Стьюдента ($p = 0,06$).

Узагальнюючи отримані результати, можна зазначити, що в обох групах вдалося досягти критеріїв успішності та створити лінію блоку через КТІ та радикально елімінувати ТП. Середній час тривалості процедури сягав $41,5 \pm 3,5$ хв у групі I і $55 \pm 4,7$ хв у групі II, що становило достовірну різницю ($p = 0,03$). Середній час використання рентгену досягав 120 ± 10 секунд у групі I та 93 ± 8 секунд у групі II. Середній показник DAP – $15 \pm 1,3$ Гр·см² у групі I і $13 \pm 1,1$ Гр·см² у групі II. За результатами, отриманими щодо тривалості рентгену та рівня радіаційного навантаження, не виявили статистично значущі відмінності ($p = 0,31$) між групами спостереження.

Отже, виконання повного електроанатомічного 3D-відтворення не призвело до суттєвого зниження променевого навантаження, порівняно зі спрощеною моделлю. Однак це значно подовжило час проведення процедури і вимагало додаткових навичок від персоналу.

Ці результати показують, що створення спрощеної анатомічної моделі (група I) дало змогу провести РЧА за короткий час та мінімізувати радіаційне навантаження. Використання активаційного картування (група II) вимагає більше часу, ніж у групі I, через необхідність контролю при заведенні електродів та періодичної верифікації їх позиції. Важливо зазначи-

ти, що створення анатомо-активаційної карти потребувало більше загального часу та практичних навичок оператора й асистента. Оскільки використання електроанатомічної навігації суттєво підвищує вартість процедури, можна рекомендувати проводити РЧА КТІ без використання системи навігації у випадках, коли діагноз тріпотіння передсердь підтверджений. Застосування навігації під час РЧА КТІ є доцільним у разі комбінації з радіочастотною абляцією інших аритмій, наприклад фібриляції передсердь.

Згідно з літературними даними, інші дослідники [12,13] продемонстрували переваги різних видів моделювання при фібриляції передсердь, але порівняння різних видів моделей при тріпотінні передсердь залишається недостатньо вивченим.

Висновки. Застосування електроанатомічного картування призводить до збільшення часу процедури на 24,5 % і не приносить значущої користі у зменшенні дози рентгенівського випромінювання. Використання навігаційної системи при РЧА КТІ рекомендоване при супутньому радикальному лікуванні складних суправентрикулярних аритмій, зокрема фібриляції передсердь.

Перспективи подальших досліджень. Продовження набору пацієнтів із передсердними макрореентрі тахікардіями, включаючи випадки неістмусалежного ТП, а також набір пацієнтів із постінфарктними макрореентрі. Визначення категорії реентрі тахіаритмій, для яких РЧА може потребувати лише часткової анатомічної моделі або повної електроанатомічної моделі.

Фінансування. Дослідження виконане в рамках НДР «Діагностика та хірургічне лікування суправентрикулярних макрореентрі тахіаритмій», номер держреєстрації №0121U112955.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Список використаних джерел

References

1. Katritsis DG, Boriani G, Cosio FG, Hindricks G, Jaïs P, Josephson ME, et al. European Heart Rhythm Association (EHRA) consensus document on the management of supraventricular arrhythmias, endorsed by Heart Rhythm Society (HRS), Asia-Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), and Sociedad Latinoamericana de Estimulación Cardíaca y Electrofisiología (SOLAECE). *Europace*. 2017;19(3):465-511. <https://doi.org/10.1093/europace/euw301>
2. Vadmann H, Nielsen PB, Hjortshøj SP, Riahi S, Rasmussen LH, Lip GY, et al. Atrial flutter and thromboembolic risk: a systematic review. *Heart*. 2015;101(18):1446-1455. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-307550>
3. Benjamin EJ, Muntner P, Alonso A, Bittencourt MS, Callaway CW, Carson AP, et al.; American Heart

- Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart Disease and Stroke Statistics-2019 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*. 2019;139(10):e56-e528. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000659>
4. Wagner S, Chaudhry SP, Ali S, Arman HE, Padanilam BJ, Gilge JL, et al. Atrial Fibrillation/Atrial Flutter Tachycardiomyopathy: New Observations on Cardiac MRI and Treatment. *JACC Clin Electrophysiol*. 2023;9(3):416-418. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2022.09.024>
5. Saoudi N, Cosio F, Waldo A, Chen SA, 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):852-866. <https://doi.org/10.1046/j.1540-8167.2001.00852.x>
6. Sethi NJ, Safi S, Nielsen EE, Feinberg J, Gluud C, Jakobsen JC. The effects of rhythm control strategies versus rate control strategies for atrial fibrillation and atrial flutter: a protocol for a systematic review with meta-analysis and Trial Sequential Analysis. *Syst Rev*. 2017 Mar 6;6(1):47. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0449-z>
7. Wit AL, Boyden PA, Josephson ME, Wellens HJ. *Electrophysiological Foundations of Cardiac Arrhythmias: A Bridge Between Basic Mechanisms and Clinical Electrophysiology*. 2nd ed. Minneapolis (MN):Cardiotext Publishing;2020.
8. Issa Z, Miller JM, Zipes DP. *Clinical Arrhythmology and Electrophysiology: A Companion to Braunwald's Heart Disease*. 2nd ed. Philadelphia (PA): Elsevier/Saunders; 2012.
9. Karoui A, Bendahmane M, Zemzemi N. *Cardiac Activation Maps Reconstruction: A Comparative Study Between Data-Driven and Physics-Based Methods*. *Front Physiol*. 2021 Aug 26;12:686136. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.686136>
10. Prakosa A, Sermesant M, Allain P, Villain N, Rinaldi CA, Rhode K, et al. Cardiac Electrophysiological Activation Pattern Estimation From Images Using a Patient-Specific Database of Synthetic Image Sequences. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2014;61(2):235-245. <https://doi.org/10.1109/TBME.2013.2281619>
11. Ramirez FD, Reddy VY, Viswanathan R, Hocini M, Jaïs P. Emerging Technologies for Pulmonary Vein Isolation. *Circ Res*. 2020;127(1):170-183. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.120.316402>
12. Marini M, Ravanelli D, Martin M, Del Greco M, Guarracini F, Quintarelli S, et al. An Economic Analysis of the Systematic Use of Mapping Systems during Catheter Ablation Procedures: Single Center Experience. *Biomed Res Int*. 2019 Aug 20;2019:2427015. <https://doi.org/10.1155/2019/2427015>
13. Azzolin L, Eichenlaub M, Nagel C, Nairn D, Sanchez J, Unger L, et al. Personalized ablation vs. conventional ablation strategies to terminate atrial fibrillation and prevent recurrence. *Europace*. 2023;25(1):211-222. <https://doi.org/10.1093/europace/euac116>

The Effect of the Use of Activation 3D Mapping on the Patient X-Ray Load During Radiofrequency Ablation of Typical Atrial Flutter

Andriy V. Yakushev¹, Borys B. Kravchuk²

¹Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. Supraventricular macro re-entry tachyarrhythmias occupy the leading places among all types of tachyarrhythmias. The most common in this category is typical atrial flutter (AFL). This heart rhythm disorder has a negative impact on the patients' quality of life. Its complications can lead to disability and death due to possible thromboembolism. Therapeutic treatment is limited in effectiveness. The main method of intervention is catheter radiofrequency ablation (RFA). The standard approach of RFA of AFL is performed without the use of navigation systems under fluoroscopy guidance. However, this results in an increased radiation exposure to the patient and the medical personnel. Modern technologies in the field of invasive electrophysiology make it possible to create anatomical models of heart and reproduce the spread of electrical excitation. However, the routine use of additional navigation methods remains controversial.

The aim. To compare the duration of RFA of typical AFL and radiation exposure with the use of anatomical and propagation mapping.

Materials and methods. This study is based on the analysis of the treatment results obtained for 53 patients at the National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery in the period from 2014 to 2023. Depending on imaging methods, the patients were divided into two groups. The first group included 27 patients with an anatomical mapping of the right atrium. The second group included 26 patients with propagation mapping.

Results. In all the patients we have achieved a bidirectional conduction block through cavotricuspid isthmus. In the first group, the total duration of confirming the diagnosis and creating the anatomical model was 312 ± 26 seconds. The mean time to the moment of AFL termination and restoration of sinus rhythm was 230 ± 19 seconds. The average duration of the procedure was 41.5 ± 3.5 minutes, the average fluoroscopy time was 120 ± 10 seconds, the average dose area product (DAP) was 15 ± 1.3 Gy·cm². In the second group, the average time for creating a 3D propagation model of right atrium and verifying the diagnosis was 748 ± 65 seconds. The average time from the first application to the termination of tachycardia was 227 ± 20 seconds. The average duration of the procedure was 55 ± 4.7 minutes, X-ray time was 93 ± 8 seconds, average DAP was 13 ± 1.1 Gy·cm². The duration of the procedure in the second group was significantly longer ($p = 0.03$), however, the radiation exposure and DAP were not statistically different ($p = 0.31$) between the observation groups.

Conclusions. The use of propagation mapping increases the time of the procedure by 24.5% and does not give a significant advantage in reducing the radiation exposure. The use of a navigation system during cavotricuspid isthmus RFA is recommended for concomitant radical treatment of complex supraventricular arrhythmias, such as atrial fibrillation.

Keywords: *supraventricular tachyarrhythmia, 3D navigation, radiofrequency catheter ablation, activation map, macro re-entry, cavotricuspid isthmus, anatomical model.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 01.01.2024

Після доопрацювання / Revised: 01.03.2024

Прийнято до друку / Accepted: 24.03.2024