

**Мешкова М. С.**<sup>1</sup>, лікар-хірург серцево-судинний, завідувач відділення електрофізіології та рентгенхірургічних методів лікування порушень ритму серця, <https://orcid.org/0009-0009-6575-7585>

**Доронін О. В.**<sup>1,2</sup>, канд. мед. наук, лікар-хірург серцево-судинний, доцент кафедри дитячої кардіології та кардіохірургії, <https://orcid.org/0000-0003-3124-7084>

<sup>1</sup>ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України», м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

## Застосування радіочастотного струму короткої тривалості з використанням електродів без функції охолодження при катетерній абляції фібриляції передсердь

### Резюме

**Вступ.** При катетерній абляції фібриляції передсердь (ФП) вважається перспективним застосування короткої тривалості аплікацій радіочастотного струму високої потужності. На сьогодні немає досліджень щодо радіочастотних катетерних абляцій ФП з нанесенням аплікацій короткої тривалості електродом без функції охолодження.

**Мета** – вивчити безпосередні результати застосування радіочастотного струму короткої тривалості при катетерній абляції ФП з використанням електродів без функції охолодження.

**Матеріали та методи.** Проаналізовано 30 послідовних пацієнтів, у яких було проведено первинну катетерну абляцію ФП (12 жінок і 18 чоловіків, середній вік пацієнтів становив  $57,6 \pm 11,7$  року). В усіх була пароксизмальна форма ФП. Супутню патологію (ішемічна хвороба серця, артеріальна гіпертензія, цукровий діабет) спостерігали в 19 (63,3 %) пацієнтів. Виконували широку ізоляцію легеневих вен. Аплікації наносили електродом 4 мм без функції охолодження. Параметри аплікації: потужність 40–45 Вт, час аплікації 10 секунд, цільова температура 55 °С.

**Результати.** Середній час перебування в лівому передсерді становив  $1,6 \pm 0,3$  години. Середній час рентген-експозиції –  $8,2 \pm 2,3$  хвилини. Середня кількість аплікацій –  $127,8 \pm 23,6$ . Ускладнень, пов'язаних із проведенням процедури, не спостерігалося. Виникнення ФП у ранньому післяопераційному періоді відзначали у 4 (13,3 %) пацієнтів.

**Висновки.** Застосування методики нанесення незрошуваним катетером короткотривалих аплікацій радіочастотного струму високої потужності дає обнадійливий безпосередній результат катетерного лікування фібриляції передсердь. Зважаючи на високу ефективність та безпечність описаної методики, її можна рекомендувати для подальшого активного використання з метою отримання віддалених результатів.

**Ключові слова:** радіочастотна абляція, миготлива аритмія, транссептальна пункція, незрошувані катетери, радіочастотні аплікації короткої тривалості.

**Вступ.** Застосування радіочастотного струму високої потужності вважається багатообіцяючою альтернативою методиці катетерної абляції фібриляції передсердь (ФП) з використанням радіочастотного струму звичайної потужності [1]. Звичайною вважають потужність 20–35 Вт по задній стінці лівого передсердя та 35–40 Вт в інших ділянках [2]. Потужність 40–90 Вт вважається високою і потребує зменшення часу впливу [1].

Утворення нагару чи тромбів через перегрівання було звичайним явищем під час використання традиційних електродів. Застосування електродів із функцією охолодження знижує ризик таких ускладнень, але перешкоджає можливості адекватного контролю температури нагрівання електрода. Це призводить до проблем із титруванням енергії під час абляції, що критично важливо для оцінювання адекватності формування ураження стінки передсердя та прилеглих структур [3].

Нині для нанесення аплікацій при катетерному усуненні ФП, включаючи аплікації високої потужності, застосовують лише електроди з функцією охолодження. До їх появи для нанесення аплікацій високої по-

тужності використовувалися електроди з довжиною дистального електрода 8 мм [4].

Ми маємо великий досвід проведення катетерних абляцій ФП з використанням електродів 4 мм без функції охолодження та нанесенням аплікацій потужністю 35 Вт протягом 20 секунд [5]. Але такі параметри не завжди давали можливість досягнути температури вище ніж 49 °С. Збільшення потужності радіочастотного струму до 40–45 Вт може допомогти вирішити цю проблему. Скорочення часу впливу (10 секунд) має допомогти в зменшенні вірогідності обгорання електрода. Використання звичайного електрода зберігає можливість адекватного оцінювання температури нагрівання електрода і запобігає як його перегріванню, так і ушкодженню анатомічних структур, які оточують серце. На нашу думку, запропонований спосіб нанесення аплікацій не має призводити до збільшення кількості ускладнень. Водночас підвищення потужності струму має збільшити вірогідність досягнення цільової температури.

**Мета** – показати безпосередні результати застосування радіочастотного струму потужністю 40–45 Вт з укороченим часом впливу (10 секунд) при катетерній абляції ФП з використанням електродів без функції охолодження.

**Матеріали та методи.** До досліджуваної групи увійшли 30 послідовних пацієнтів – 12 (40,0 %) жінок і 18 (60,0 %) чоловіків, яким у Науково-практичному медичному центрі дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України було проведено первинну катетерну абляцію ФП у період із січня по березень 2023 року. Середній вік пацієнтів становив  $57,6 \pm 11,7$  року. В усіх була діагностована пароксизмальна форма ФП. У 19 (63,3 %) пацієнтів спостерігалось також типове тріпотіння передсердь (ТП). У них додатково виконували блокаду проведення по каво-трикуспідальному перешийку. Супутня патологія (ішемічна хвороба серця, артеріальна гіпертензія, цукровий діабет) спостерігалась у 19 (63,3 %) пацієнтів. Середній розмір лівого передсердя становив  $42,2 \pm 3,2$  мм.

Процедуру виконували під загальним знеболюванням (ендотрахеальний наркоз). Транссептальну пункцію проводили під контролем черезстравохідної ехокардіографії. Використовували звичайні катетери з дистальним електродом 4 мм. В усіх пацієнтів застосовували нефлюороскопічну систему навігаційного картування. Параметри аплікації: потужність 40–45 Вт, час аплікації 10 секунд, цільова температура 55 °С. Через кожні 30 аплікацій електрод протирали. У зоні між вушком лівого передсердя і лівою верхньою легеневою веною за неможливості досягнути температури вище ніж 49 °С застосовували потужність 45 Вт. В усіх інших зонах – 40 Вт.

Виконували ізоляцію легеневих вен. За наявності ФП наприкінці процедури проводили електроімпуль-

сну терапію (ЕІТ). За наявності типового ТП виконували блокаду проведення по каво-трикуспідальному перешийку.

У перших 8 пацієнтів виконували подвійну транссептальну пункцію. Використовували електрод типу Lasso для перевірки якості ізоляції легеневих вен. У наступних 22 пацієнтів застосовували іншу методику, яка здалася нам більш простою. Проводили одинарну транссептальну пункцію. Спочатку анатомічна модель лівого передсердя будувалась електродом типу Lasso. Потім деструкційним електродом будували модель легеневих вен. Це робили з метою отримання віртуальної моделі лівого передсердя, максимально відповідної реальній анатомії. За основу принципу ізоляції легеневих вен та перевірки якості ізоляції взято відому методику С. Pappone [6] з власними модифікаціями.

Наприкінці процедури в усіх пацієнтів, яким не робили ЕІТ, проводили програмовану передсердну стимуляцію з 1–3 екстрастимулами з метою провокації аритмії. Пацієнтам, у яких ритм відновлювався за допомогою ЕІТ, стимуляцію не проводили.

**Результати.** Середній час перебування у лівому передсерді становив  $1,6 \pm 0,3$  години. Середній час рентген-експозиції –  $8,2 \pm 2,3$  хвилини. Середня кількість аплікацій –  $127,8 \pm 23,6$ . Практично в усіх зонах вдавалось досягати температури понад 49 °С.

У 6 пацієнтів процедуру починали на тлі стійкої ФП. З них у 4 пацієнтів ритм було відновлено за допомогою ЕІТ. Ще в одному випадку наприкінці ізоляції легеневих вен спонтанно відновився синусовий ритм. В іншого пацієнта ФП трансформувалась в типове ТП, яке було усунуто.

Пробіжки ФП на початку процедури спостерігались у 2 пацієнтів. Відновлення стійкого синусового ритму відбулося наприкінці ізоляції легеневих вен.

Не вдалося ізолювати 3 легеневих вени у трьох пацієнтів: одну верхню ліву легеневу вену і дві нижні праві легеневі вени (2,5 % від усіх легеневих вен).

Усім пацієнтам із типовим ТП було досягнуто двонаправлений блок проведення по каво-трикуспідальному перешийку. Після процедури у 26 пацієнтів, у яких не проводилась ЕІТ, індукувати аритмію не вдалося.

Ускладнень, пов'язаних із проведенням процедури, не спостерігалось.

Виникнення ФП у ранньому післяопераційному періоді відзначено у 4 (13,3 %) пацієнтів: в одного пацієнта короткочасний пароксизм зафіксувати на ЕКГ не вдалося, в іншого – напад купіровано аміодароном, у 2 пацієнтів пароксизми ФП спостерігались аж до моменту виписування.

**Обговорення.** Проходячи через тканини, радіочастотний струм генерує резистивний нагрів біля кінчика абляційного електрода. Нагрівання тканин, які розміщені глибше, та структур, які оточують серце,

виникає внаслідок поширення пасивного тепла (кондуктивне нагрівання) [7]. Використання підвищеної потужності струму та короткого часу впливу, на відміну від звичайної методики, призводить до збільшення резистивного нагрівання та зменшення кондуктивного нагрівання, збільшення діаметра і зменшення глибини ураження, що може зменшити вірогідність ушкодження структур, прилеглих до серця, таких як стравохід [8]. Крім того, більша потужність і, як наслідок, коротший час радіочастотного впливу дає змогу з більшою вірогідністю отримати незворотні зміни в тканинах. Це відбувається за рахунок вирішення проблеми зміщення катетера (що менший час нанесення впливу, то менша вірогідність зміщення електрода) або неадекватного контакту катетера зі стінкою серця, яка весь час перебуває в русі. Такі проблеми можуть призводити до виникнення лише набряку тканин, а не до їх незворотних змін [6].

Borne et al. оцінювали на *in vivo* та *ex vivo* моделях біофізичні параметри впливу радіочастотного струму різної потужності в разі використання електродів з функцією охолодження. Вони виявили, що впливи 50 Вт / 5 секунд були пов'язані з тенденцією до появи ураження більшого діаметра, але меншої глибини, ніж при 20 Вт / 30 секунд [9]. У разі використання звичайних електродів збільшення діаметра ураження було виявлено при збільшенні температури від 70 до 90 °С [10]. Логічно, що збільшення температури могло виникнути лише при підвищенні потужності впливу. Таким чином, можна сподіватися, що збільшення потужності буде призводити до збільшення діаметра ураження, а зменшення часу впливу – до зменшення його глибини. Це застосовне як для електродів з функцією охолодження, так і для електродів без такої функції.

Звичайні електроди дають ураження меншої глибини, ніж електроди з функцією охолодження, при однакових параметрах потужності і часу впливу в разі нанесення аплікацій звичайної потужності. Тому при підвищенні потужності впливу в межах 45 Вт звичайні електроди не повинні призводити до збільшення ризику ураження структур, що оточують серце, порівняно з аналогічними параметрами в разі використання електродів з функцією охолодження. З іншого боку, слід підібрати параметри, за яких збережеться трансмуральність ураження стінки передсердь, але не збільшиться ризик утворення нагару на електроді.

Для підвищення точності вимірювання температури під час нанесення аплікацій високої потужності зрошуваними електродами було запропоновано систему абляції DiamondTemp (DTA) (Medtronic, Inc., Міннеаполіс, Міннесота). Використовується 6 термопар, які розташовані на дистальному електроді зовні, та мережа промислових алмазів для відведення від нього тепла [3]. Очевидно, що для адекватного вимірювання температури при використанні електродів

без функції охолодження застосування такої складної системи не потрібно.

Перевагою використання DTA автори вважають зменшення обсягу охолоджуючої рідини [3]. Особливо це важливо для пацієнтів із серцевою недостатністю. І в цьому сенсі електроди без функції охолодження мають перевагу.

Зважаючи на те що в досліджуваній нами групі були випадки невдалої ізоляції легеневих вен, очевидно, що вплив струму на стінку передсердь у цих випадках був недостатнім. Потужність 40–45 Вт є граничною при виконанні більшості процедур з використанням електродів без функції охолодження. Збільшення потужності підвищує загрозу утворення нагару на електроді. Тому логічно було б подовжити час впливу, особливо враховуючи те, що максимуму температури в нашому випадку вдається досягнути приблизно через 5 секунд після початку аплікації.

У разі використання катетера типу Lasso для перевірки якості ізоляції легеневих вен при нанесенні аплікацій деструкційний електрод міг розміщуватися досить близько до діагностичного. Це іноді призводило до утворення зон обгорання на деструкційному електроді вже через 15 аплікацій. Також сліди обгорання виявлялися і на діагностичному електроді. За відсутності діагностичного електрода в лівому передсерді під час нанесення аплікацій (після запровадження одинарної транссептальної пункції) ознак обгорання не вдавалося виявити навіть після 30 аплікацій.

Результати проведеної роботи свідчать про те, що використання звичайних електродів без функції охолодження за потужності струму 40–45 Вт, тривалості аплікації 10 секунд та цільової температури 55 °С є цілком безпечним. У цій роботі проаналізовано лише безпосередні результати у невеликій групі пацієнтів, але отримані дані видаються нам обнадійливими.

#### Висновки

1. Безпосередні результати застосування радіочастотного струму потужності 40–45 Вт за тривалості аплікації 10 секунд та цільової температури 55 °С під час катетерної абляції ФП з використанням електродів без функції охолодження свідчать про безпечність цієї методики.
2. Необхідно дослідити більший контингент пацієнтів та віддалені результати виконаних процедур.

#### Список використаних джерел

##### References

1. Mao ZJ, Pei Y, Lin H, Xiang Y, Huang ZQ, Xiao FY, et al. Assessment of High-Power Catheter Ablation in Patients With Atrial Fibrillation: A Meta-Analysis. *Front Cardiovasc Med.* 2021 Oct 20;8:609590. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.609590>
2. Jin S, Lin W, Fang X, Liao H, Zhan X, Fu L, et al. High-Power, Short-Duration Ablation under the Guidance of Relatively Low Ablation Index Values for Paroxysmal Atrial

- Fibrillation: Long-Term Outcomes and Characteristics of Recurrent Atrial Arrhythmias. *J Clin Med.* 2023 Jan 27;12(3):971. <https://doi.org/10.3390/jcm12030971>
3. Kautzner J, Albenque JP, Natale A, Maddox W, Cuoco F, Neuzil P, et al. A Novel Temperature-Controlled Radiofrequency Catheter Ablation System Used to Treat Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol.* 2021;7(3):352-363. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2020.11.009>
  4. Yamada T, Murakami Y, Okada T, Okamoto M, Shimizu T, Toyama J, et al. Can segmental pulmonary vein ablation reduce the recurrence of atrial fibrillation when using a higher RF power, larger tip electrode catheter, and additional RF deliveries?: the limitations of point-by-point RF ablation. *Int Heart J.* 2006;47(2):219-228. <https://doi.org/10.1536/ihj.47.219>
  5. Meshkova M, Doronin A. [Analysis of Complications in 1000 Consecutive Radiofrequency Catheter Ablations of Atrial Fibrillation]. *Ukrainskyi Zhurnal Sertsevo-sudynnoi Khirurgii.* 2021;(2(43)):67-71. Ukrainian. <https://doi.org/10.30702/ujcvs/21.4306/m009067-071/844-037-08>
  6. Liu Y, Huang H, Huang C, Yang Y, Zhang S, Wu S, Ma C; AFCT investigators. Noninducibility after circumferential pulmonary vein isolation of paroxysmal atrial fibrillation improves clinical outcome: Evidence from the Atrial Fibrillation Clinical Trial (AFCT) in China. *Int J Cardiol.* 2012;158(2):332-334. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2012.04.133>
  7. Eick OJ. Factors Influencing Lesion Formation During Radiofrequency Catheter Ablation. *Indian Pacing Electrophysiol J.* 2003;3(3):117-128.
  8. Bourrier F, Duchateau J, Vlachos K, Lam A, Martin CA, Takigawa M, et al. High-power short-duration versus standard radiofrequency ablation: Insights on lesion metrics. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 2018;29(11):1570-1575. <https://doi.org/10.1111/jce.13724>
  9. Borne RT, Sauer WH, Zipse MM, Zheng L, Tzou W, Nguyen DT. Longer Duration Versus Increasing Power During Radiofrequency Ablation Yields Different Ablation Lesion Characteristics. *JACC Clin Electrophysiol.* 2018;4(7):902-908. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2018.03.020>
  10. Skrumeda LL, Mehra R. Comparison of standard and irrigated radiofrequency ablation in the canine ventricle. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1998;9(11):1196-1205. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8167.1998.tb00092.x>

## Catheter Ablation of Atrial Fibrillation with Short Duration Radiofrequency Current using Non-Irrigated Catheters

Maryna S. Meshkova<sup>1</sup>, Oleksandr V. Doronin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ukrainian Children's Cardiac Center, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### Abstract

**Introduction.** The use of high-power radiofrequency current is considered to be a promising alternative to the currently used technique of catheter ablation of atrial fibrillation (AF) with radiofrequency current of normal power. To date, there are no studies on the application of this technique using catheters without external irrigation.

**The aim.** To study direct results of application of high-power radiofrequency current in AF catheter ablation using non-irrigated catheters.

**Materials and methods.** We analyzed 30 consecutive patients who underwent primary catheter ablation (12 women and 18 men, mean age of the patients was  $57.6 \pm 11.7$  years). Concomitant pathology (coronary heart disease, hypertension, diabetes mellitus) was observed in 19 (63.3%) patients.

Wide isolation of pulmonary veins was performed, and in nonparoxysmal forms, applications were added in the places where fragmented activity was registered or in the line of applications between ipsilateral pulmonary veins and inferior left pulmonary vein and mitral valve annulus. The applications were made with a 4 mm electrode without irrigation function with wiping it after every 30 applications. Application parameters were 40-45 Watt power, application time 10 seconds, target temperature 55°C.

**Results.** The mean left atrial catheter dwelling time was  $1.6 \pm 0.3$  hours. The mean time of X-ray exposure was  $8.2 \pm 2.3$  minutes. The average number of applications was  $127.8 \pm 23.6$ . It was not possible to isolate 3 pulmonary veins in three patients: one superior left pulmonary vein and two inferior right pulmonary veins (2.5% of all pulmonary veins).

No complications related to the procedure were observed. The occurrence of AF in the early postoperative period was observed in 4 (13.3%) patients.

**Conclusions.** The immediate results of applying the radiofrequency current of 40-45 W with the application duration of 10 seconds and the target temperature of 55°C during AF catheter ablation using non-irrigated catheters indicate the safety of this technique. It is necessary to study a larger contingent of patients and long-term results.

**Keywords:** atrial arrhythmias, transseptal puncture, catheters without cooling function, duration of application.

Стаття надійшла в редакцію / Received: 24.04.2023

Після доопрацювання / Revised: 04.08.2023

Прийнято до друку / Accepted: 18.09.2023