

УДК 615.846:616.141-089.819.1

DOI: <http://doi.org/10.31928/2664-4479-2025.5.1726>

Варіабельність серцевого ритму в пацієнтів після катетерної радіочастотної ізоляції легеневих вен

Є.О. Перепека, В.В. Лазоришинець

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

Мета роботи – проаналізувати динаміку варіабельності серцевого ритму (BCP) у пацієнтів, яким було виконано радіочастотну ізоляцію легеневих вен (ІЛВ) за методикою «висока потужність – коротка тривалість», та визначити її зв'язок із ймовірністю рецидиву аритмії в післяопераційному періоді.

Матеріали і методи. Для проведення дослідження BCP було проаналізовано 114 пацієнтів із пароксизмальною та персистентною формами фібриляції передсердь (ФП), яким була виконана катетерна абляція задля ІЛВ у ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М. Амосова НАМН України» за період з травня 2022 року до грудня 2024 року. У дослідження було відібрано 49 пацієнтів, в яких вдалося відстежити віддалені результати щодо рецидиву аритмії.

Результати. Період спостереження за пацієнтами після проведеної абляції задля ІЛВ становив у середньому $(19,87 \pm 7,56)$ міс (8–34 міс). Частота рецидиву аритмії протягом цього періоду становила 38 %. У 26,4 % пацієнтів діагностовано персистентну форму ФП. У всі часові точки пацієнти без рецидиву мали вищу середню частоту скорочень серця (ЧСС), що може свідчити про ефективнішу інтраопераційну парасимпатичну денервацію. Найбільша різниця спостерігалася через 2 міс: у пацієнтів без рецидиву $(73,44 \pm 9,93)$ за 1 хв, з рецидивом – $(62,50 \pm 10,45)$ за 1 хв ($p=0,01$). Через 1, 6 та 12 міс спостерігалася тенденція до зниження ЧСС у групі пацієнтів з рецидивом аритмії, хоча вона не досягала статистичної значущості ($p>0,05$). Пацієнти з рецидивом демонстрували значно вищі значення RMSSD, особливо через 2 та 12 міс: відповідно $(51,25 \pm 68,6)$ vs $(19 \pm 11,59)$ мс ($p=0,365$); $(32,6 \pm 22,9)$ vs $(15,43 \pm 6,00)$ мс ($p=0,026$). На 1-му місяці SDNN був значно вищим у пацієнтів з рецидивом: $(77,50 \pm 38,78)$ vs $(53,51 \pm 20,86)$ мс ($p=0,047$). SDNNi також був вищий у пацієнтів з рецидивом: через 1 міс – $(44,13 \pm 25,31)$ vs $(28,00 \pm 11,26)$ мс ($p=0,021$); через 2 міс – $(55,0 \pm 38,4)$ vs $(26,67 \pm 4,23)$ мс ($p=0,002$). У пізніші терміни (6–12 міс) відмінності згладжувалися і статистичної значущості не було виявлено. pNN50 – ще один маркер парасимпатичної активності. Значущі відмінності pNN50 виявлені через 12 міс: у пацієнтів з рецидивом – $(8,95 \pm 9,92)$ мс; у пацієнтів без рецидиву – $(1,78 \pm 1,78)$ мс ($p=0,026$). Пароксизмальна форма ФП частіше траплялася у групі без рецидиву (86 проти 73 %), що виявилось статистично значущим ($p=0,022$). Також кінцеводіастолічний індекс (КДІ) був значно вищим у групі пацієнтів без рецидиву $(66,02 \pm 9,78)$ проти $59,56 \pm 4,05$; $p=0,023$). Діаметр лівого передсердя мав тенденцію до більших значень у групі пацієнтів з рецидивом $(43,47 \pm 5,15)$ проти $41,77 \pm 4,64$ мм; $p=0,091$). Індекс маси тіла мав тенденцію до вищих значень у групі без рецидиву $(30,35 \pm 5,78)$ проти $27,36 \pm 3,84$ кг/м²; $p=0,054$), але різниця не досягла статистичної значущості.

Висновки. Пацієнти з ознаками більш вираженої інтраопераційної модифікації функції парасимпатичних гангліїв під час катетерної радіочастотної ІЛВ мали меншу кількість рецидивів аритмії за час контрольного спостереження $(19,87 \pm 7,56)$ міс. Нижчі значення RMSSD у пацієнтів без рецидиву, особливо в ранні терміни після абляції, так само як і нижчі значення pNN50 через 12 міс, підтверджують зниження парасимпатичної активності порівняно з пацієнтами, в яких відбувся рецидив аритмії. Зміни BCP можуть бути корисними для оцінки ефективності супутньої кардіонейроабляції під час проведення ІЛВ.

Ключові слова: абляція, кардіостимулятор, тріпотіння передсердь, навігаційна система, фіброз лівого передсердя, кріобалонна абляція, абляція імпульсним полем, кардіонейроабляція.

Перепека Євген Олександрович, доктор філософії, пров. наук. співр. відділення електрофізіології та рентгенхірургічних методів лікування аритмій серця
<https://orcid.org/0000-0001-9755-8825>
E-mail: eugeneperepeka@gmail.com

Стаття надійшла до редакції 28 липня 2025 року

Perepeka Yevhen, PhD, Leading Research Fellow of the Department of Electrophysiology and X-Ray Surgical Methods for the Treatment of Cardiac Arrhythmias
<https://orcid.org/0000-0001-9755-8825>
E-mail: eugeneperepeka@gmail.com

Received on 28.07.2025

Фібриляція передсердь (ФП) є найпоширенішою тахіаритмією у клінічній практиці, що асоціюється зі зниженням якості життя, підвищеним ризиком тромбоемболічних ускладнень, серцевої недостатності та смертності [1, 2]. Катетерна абляція задля ізоляції легеневих вен (ЛІВ) визнана ефективним методом лікування пацієнтів з симптоматичною ФП, особливо у разі неефективності або непереносимості медикаментозної терапії [3, 4]. Проте, навіть після успішного втручання, рецидиви аритмії залишаються поширеною проблемою, що потребує пошуку надійних прогностичних маркерів ефективності лікування [5, 6].

Варіабельність серцевого ритму (ВСР) відображає баланс симпатичної та парасимпатичної регуляції серцевої діяльності і є чутливим індикатором функціонування автономної нервової системи [7, 8]. Оскільки автономна іннервація передсердь, зокрема через гангліонарні сплетіння, відіграє ключову роль у патогенезі ФП, оцінка змін ЧСС та ВСР до та після абляції може мати значну прогностичну цінність [7–11]. Нещодавні дослідження показали, що інтраопераційна модифікація вагусного впливу внаслідок абляції (кардіонейромодуляція) під час виконання ЛІВ може асоціюватися зі зменшенням аритмогенності, однак роль короткострокових та довгострокових змін ВСР як предикторів рецидиву потребує подальшого вивчення [13–17] (рис. 1).

Мета роботи – аналіз динаміки варіабельності серцевого ритму в пацієнтів, яким було виконано радіочастотну ізоляцію легеневих вен за методикою «висока потужність – коротка тривалість», та визначення її зв'язку з ймовірністю рецидиву аритмії в післяопераційному періоді.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для проведення дослідження варіабельності серцевого ритму всього було проаналізовано 114 пацієнтів із пароксизмальною та персистентною формами ФП, яким була виконана катетерна абляція задля ЛІВ в ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М. Амосова НАМН України» за період з травня 2022 року до грудня 2024 року. У дослідження було відібрано 49 пацієнтів, в яких вдалося відстежити результати середньої тривалості та віддалені результати щодо рецидиву аритмії.

Усі процедури в пацієнтів досліджуваної вибірки були проведені одним оператором. Катетерна абляція легеневих вен виконувалася за протоколом радіочастотних аплікацій «висока потужність – коротка тривалість». Потужність і тривалість аплікацій на передній стінці лівого передсердя становили 70 Вт та 7 секунд відповідно.

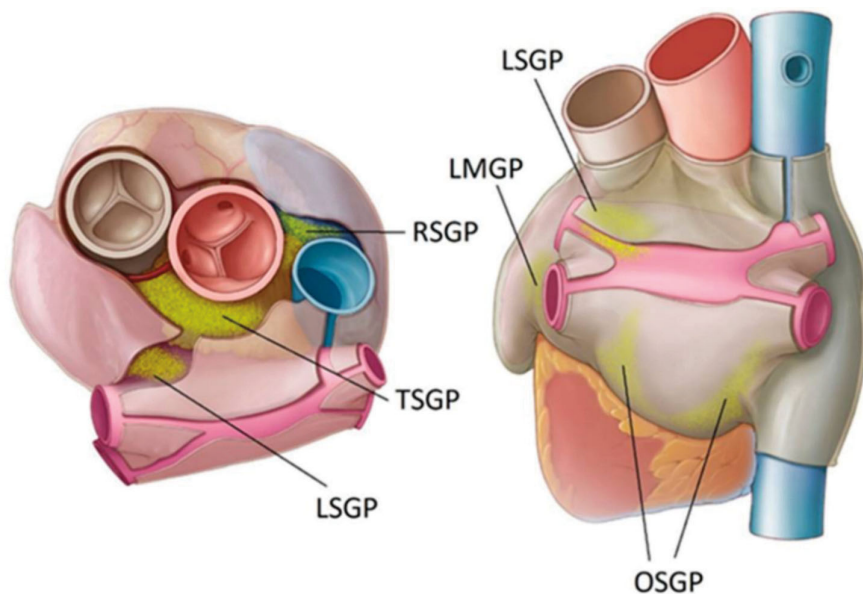


Рис. 1. Схематичне зображення розташування парасимпатичних гангліонарних сплетінь – більшість із сплетінь лівого передсердя проходять поблизу лінії абляції при ізоляції легеневих вен.

LSGP – ліве верхнє гангліонарне сплетіння; RSGP – праве верхнє гангліонарне сплетіння; OSGP – гангліонарне сплетіння навколо косої пазухи; TSGP – гангліонарне сплетіння навколо поперечної пазухи; LMGP – ліве середнє гангліонарне сплетіння. Запозичено Musikantow DR, Neuzil P, Petru J, Koruth JS, Kralovec S, Miller MA, Funasako M, Chovanec M, Turagam MK, Whang W, Sediva L, Dukkipati SR, Reddy VY. Pulsed Field Ablation to Treat Atrial Fibrillation: Autonomic Nervous System Effects. JACC Clin Electrophysiol. 2023 Apr;9(4):481–493. doi: 10.1016/j.jacep.2022.10.028.

Таблиця 1

Кількість пацієнтів із наявними даними варіабельності серцевого ритму за допомогою добового моніторингу ЕКГ через 1, 2, 3, 6, 12 міс після ізоляції легеневих вен

| Показник | 1 міс, n | 2 міс, n | 3 міс, n | 6 міс, n | 12 міс, n |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Сер. ЧСС, «Рецидив –» | 17 | 9 | 18 | 8 | 9 |
| Сер. ЧСС, «Рецидив +» | 12 | 6 | 3 | 4 | 8 |
| RMSSD «Рецидив –» | 11 | 7 | 13 | 7 | 7 |
| RMSSD «Рецидив +» | 8 | 4 | 1 | 2 | 5 |
| SDNN-і «Рецидив –» | 10 | 6 | 12 | 6 | 6 |
| SDNN-і «Рецидив +» | 8 | 4 | 1 | 2 | 5 |
| SDNN «Рецидив –» | 11 | 7 | 13 | 7 | 7 |
| SDNN «Рецидив +» | 8 | 4 | 1 | 2 | 5 |
| pNN50 «Рецидив –» | 11 | 6 | 11 | 5 | 7 |
| pNN50 «Рецидив +» | 8 | 4 | 1 | 1 | 5 |

но, а на задній стінці – 70 Вт та 5 секунд. У дослідженні було сформовано дві групи пацієнтів: до першої («Рецидив +» n=19) увійшли ті, в кого за період спостереження (через 3 міс після абляції) спостерігався рецидив аритмії, до другої («Рецидив –» n=30) – ті, в кого протягом усього періоду спостереження не було рецидиву ФП чи передсердної тахікардії (ПТ) (незалежно від прийому антиаритмічних препаратів).

Показники ВСП та середньої ЧСС вдалося зафіксувати в обмеженої кількості пацієнтів. Так, наприклад, показники середньої ЧСС після абляції вдалося зареєструвати у 17, 9, 18, 8 та 9 пацієнтів через 1, 2, 3, 6 та 12 міс після абляції відповідно в групі («Рецидив –») та в 12, 6, 3, 4 та 8 пацієнтів через 1, 2, 3, 6 та 12 міс в групі («Рецидив +»). Те саме стосується показників ВСП: RMSSD (мс) у 11, 7, 13, 7, 7 та 8, 4, 1, 2, 5 пацієнтів у групі «Рецидив –» та «Рецидив +» відповідно, через 1, 2, 3, 6 та 12 міс після абляції (табл. 1).

Безперервні змінні наведено у вигляді середнього значення \pm стандартне відхилення, а категорійні змінні – у відсотках. Для обробки даних застосовували як параметричні, так і непараметричні методи варіаційної статистики. Нормальність розподілу перевіряли за допомогою тесту Шапіро – Вілка. У разі нормального розподілу для порівняння використовували t-тест Стьюдента, а за відсутності нормального розподілу – U-тест Манна – Вітні. Для аналізу категорійних змінних застосовували точний критерій Фішера або тест χ^2 Пірсона.

Таблиця 2

Загальноклінічні та демографічні показники пацієнтів із досліджуваної вибірки (n=49)

| Показник | Величина показника |
|--|----------------------------------|
| Вік, років | 55,15 \pm 11,65 [31–75] |
| Чоловіки, % | 69 % |
| Маса тіла, кг | 88,64 \pm 18,13 [63–135] |
| Зріст, см | 175,05 \pm 8,35 [160–192] |
| ППТ, м ² | 2,04 \pm 0,2 [1,67–2,48] |
| ІМТ, кг/м ² | 29,34 \pm 5,39 [21,7–44,6] |
| Період спостереження, міс | 19,8 \pm 7,5 [8–34] |
| Рецидив аритмії, % | 38 % |
| Персистентна форма ФП, % | 26,4 % |
| СНА ₂ DS ₂ -VA, бали | 1,45 \pm 0,96 [0–3] |
| ФВЛШ, % | 56,79 \pm 9,11 [25–70] |
| КДО, мл | 135,92 \pm 31,96 [135,9–31,96] |
| КДІ, мл/м ² | 64,11 \pm 9,06 [53,9 – 85] |
| КСО, мл | 59,95 \pm 28,42 [25–175] |
| Діаметр ЛП, мм | 42,38 \pm 4,90 [31–53] |
| Тиск у ПШ, мм рт. ст. | 34,73 \pm 5,60 [27–55] |

ППТ – площа поверхні тіла; ІМТ – індекс маси тіла; ФП – фібриляція передсердь; ФВЛШ – фракція викиду лівого шлуночка; КДО – кінцево-діастолічний об'єм; КДІ – індекс кінцево-діастолічного об'єму; КСО – кінцевосистолічний об'єм; ЛП – діаметр лівого передсердя; ПШ – правий шлуночок.

Таблиця 3

Загальноклінічні та демографічні показники пацієнтів, стратифікованих за наявністю або відсутністю рецидиву фібриляції передсердь / передсердної тахікардії у післяопераційному періоді

| Показник | Рецидив – (n=29) | Рецидив + (n=20) | p |
|---|------------------|------------------|-------|
| Вік, роки | 56,31±12,48 | 54,10±10,57 | 0,367 |
| Чоловіки, % | 72,41 | 70 | |
| Зріст, см | 175,07±7,95 | 174,71±9,06 | 0,771 |
| Маса тіла, кг | 88,07±16,06 | 89,06±21,25 | 0,544 |
| ППТ, м ² | 2,04±0,16 | 2,03±0,25 | 0,515 |
| ІМТ, кг/м ² | 30,35±5,78 | 27,36±3,84 | 0,054 |
| Пароксизмальна форма ФП, % | 86 | 73 | 0,022 |
| СНА ₂ DS ₂ -VA, балів | 1,43±0,97 | 1,55±1,00 | 0,767 |
| ФВЛШ, % | 56,10±9,33 | 58,05±8,62 | 0,168 |
| КДО, мл | 139,30±36,37 | 129,63±22,23 | 0,462 |
| КДІ, мл/м ² | 66,02±9,78 | 59,56±4,05 | 0,023 |
| КСО, мл | 62,76±32,96 | 54,00±15,88 | 0,747 |
| ЛП, мм | 41,77±4,64 | 43,47±5,15 | 0,091 |
| Тиск у ПШ, мм рт. ст. | 34,18±4,88 | 35,37±6,37 | 0,404 |
| Швидкість кровоплину у ВЛП, см/с | 35,13±12,9 | 35,18±18,95 | 0,505 |

ППТ – площа поверхні тіла; ІМТ – індекс маси тіла; ФП – фібриляція передсердь; СНА₂DS₂-VA – шкала оцінки ризику ішемічного інсульту у хворих із фібриляцією передсердь; ФВЛШ – фракція викиду лівого шлуночка; КДО – кінцеводіастолічний об'єм; КДІ – індекс кінцеводіастолічного об'єму; КСО – кінцевосистолічний об'єм; ЛП – діаметр лівого передсердя; ПШ – правий шлуночок; ВЛП – вушко лівого передсердя.

РЕЗУЛЬТАТИ

Характеристика досліджуваної групи. У дослідження було залучено 49 пацієнтів, середній вік яких становив (55,15±11,65) року (31–75 років). Чоловіки становили більшість вибірки (69 %). Середня маса тіла пацієнтів становила (88,64±18,13) кг [63–135 кг], зріст – (175,05±8,35) см [160–192 см]. Площа поверхні тіла (ППТ) в середньому була (2,04±0,20) м² [1,67–2,48 м²], а середній індекс маси тіла (ІМТ) – (29,34±5,39) кг/м² [21,7–44,6 кг/м²]. Період спостереження за пацієнтами після проведеної ЛВВ становив у середньому (19,87±7,56) міс [8–34 міс]. Частота рецидиву аритмії протягом цього періоду була на рівні 38 %. У 26,4 % пацієнтів діагностовано персистентну форму ФП. Ризик ішемічного інсульту за шкалою СНА₂DS₂-VA становив у середньому (1,45±0,96) бала [0–3 бали]. Фракція викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) у середньому становила (56,79±9,11) % [25–70 %]. Ехокардіографічні показники лівого шлуночка: кінцеводіастолічний об'єм (КДО) становив у середньому (135,92±31,96) мл, індекс кінцеводіастолічного об'єму (КДІ) –

(64,11±9,06) мл/м² [53,9–85 мл/м²], кінцевосистолічний об'єм (КСО) – (59,95±28,42) мл [25–175 мл], середній діаметр лівого передсердя (ЛП) за ехокардіографічними – (42,38±4,90) мм [31–53 мм]. Середній тиск у легеневій артерії, оцінений за тиском у правому шлуночку (ПШ), становив (34,73±5,60) мм рт. ст. [27–55 мм рт. ст.] (табл. 2).

Пароксизмальна форма ФП частіше траплялася в групі без рецидиву (86 проти 73 %), що виявилось статистично значущим (p=0,022). Також КДІ був значно вищим у групі пацієнтів без рецидиву [(66,02±9,78) проти (59,56±4,05) мл/м²; p=0,023]. Діаметр ЛП мав тенденцію до більших значень у групі пацієнтів з рецидивом [(43,47±5,15) проти (41,77±4,64) мм; p=0,091]. ІМТ мав тенденцію до вищих значень у групі без рецидиву [(30,35±5,78) проти (27,36±3,84) кг/м²; p=0,054], але різниця не досягла статистичної значущості.

Інші параметри (вік, стать, маса тіла, ППТ, оцінка ризику ішемічного інсульту за шкалою СНА₂DS₂-VA, ФВЛШ, КДО, КСО, тиск у ПШ, швидкість кровоплину у вушку лівого передсердя (ВЛП) не мали значущих відмінностей між групами (табл. 3).

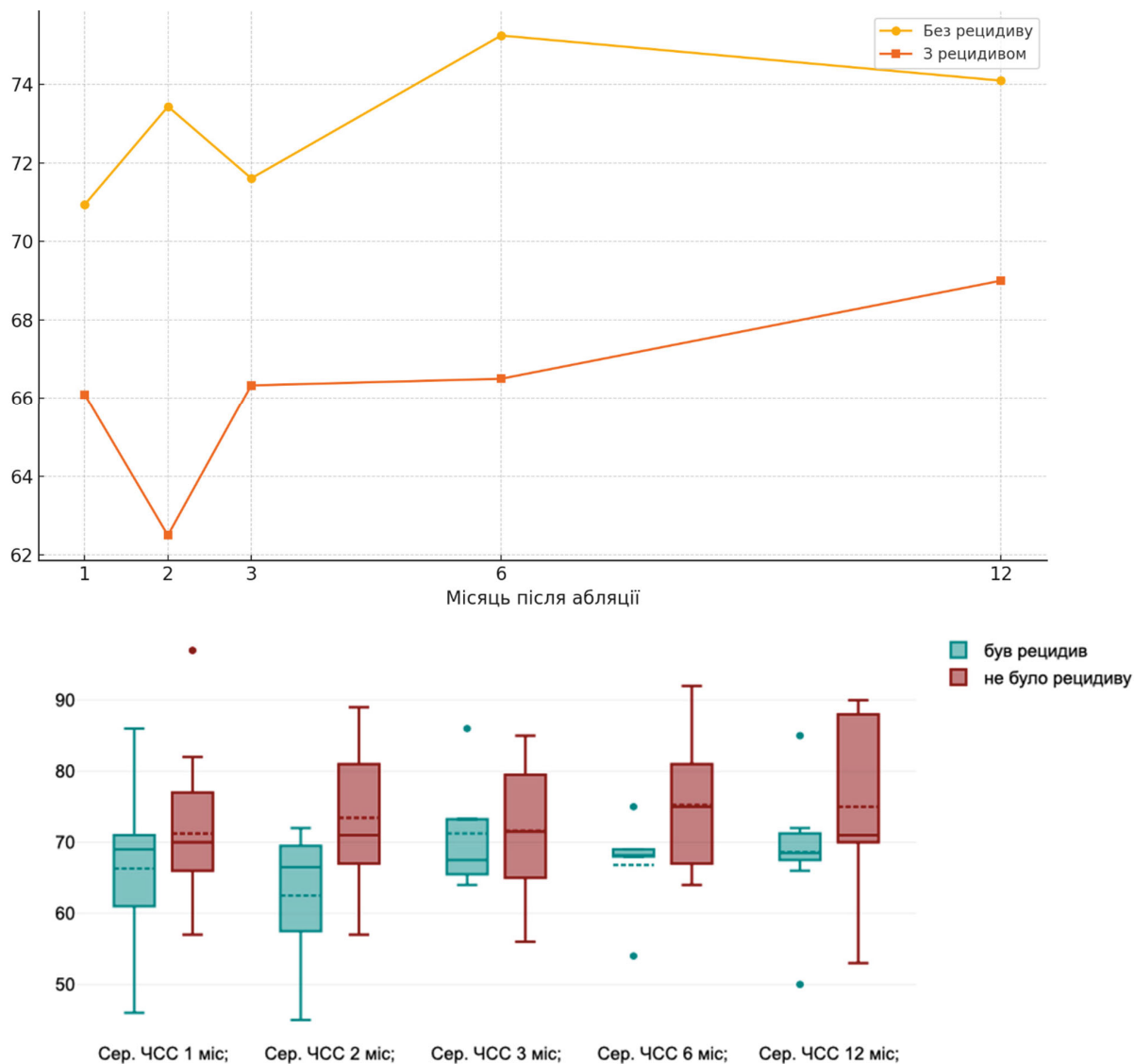


Рис. 2. Середня частота скорочень серця (ЧСС за 1 хв) за добу через 1, 2, 3, 6 та 12 міс після абляції в пацієнтів, які мали рецидив після катетерного втручання, та в пацієнтів без рецидиву.

Середня частота серцевих скорочень. У всі часові точки післяопераційного спостереження пацієнти без рецидиву мали вищу середню ЧСС, що може свідчити про менший вагусний вплив або ефективнішу денервацію. Найбільша різниця спостерігалася через 2 міс: у пацієнтів без рецидиву ЧСС становила $(73,44 \pm 9,93)$ за 1 хв, з рецидивом – $(62,50 \pm 10,45)$ за 1 хв ($p=0,01$). Через 1, 6 та 12 міс спостерігалася тенденція до зниження ЧСС у групі пацієнтів з рецидивом аритмії, хоча вона не досягала статистичної значущості ($p>0,05$) (рис. 2).

SDNN та SDNN-індекс. Рецидив аритмії також асоціювався із відмінностями у загальній ВСП у ранній період після абляції. Через 1 міс

після втручання SDNN був значно вищим у пацієнтів з рецидивом: $(77,50 \pm 38,78)$ vs $(53,51 \pm 20,86)$ мс ($p=0,047$). SDNNi також був вищим у пацієнтів з рецидивом: через 1 міс – $(44,13 \pm 25,31)$ vs $(28,00 \pm 11,26)$ мс ($p=0,021$); через 2 міс – $(55,0 \pm 38,4)$ vs $(26,67 \pm 4,23)$ мс ($p=0,002$). Це може бути пов'язано з неповною або транзиторною модуляцією гангліонарних структур, що проявляється високим SDNN. У пізніші терміни (6–12 міс) відмінності згладжувалися і статистичної значущості не було виявлено (рис. 3).

RMSSD (короткострокова варіабельність). Пацієнти з рецидивом демонстрували значно вищі значення RMSSD, особливо через 2 та 12 міс: відповідно $(51,25 \pm 68,60)$ vs $(19,00 \pm 11,59)$ мс ($p=0,365$);

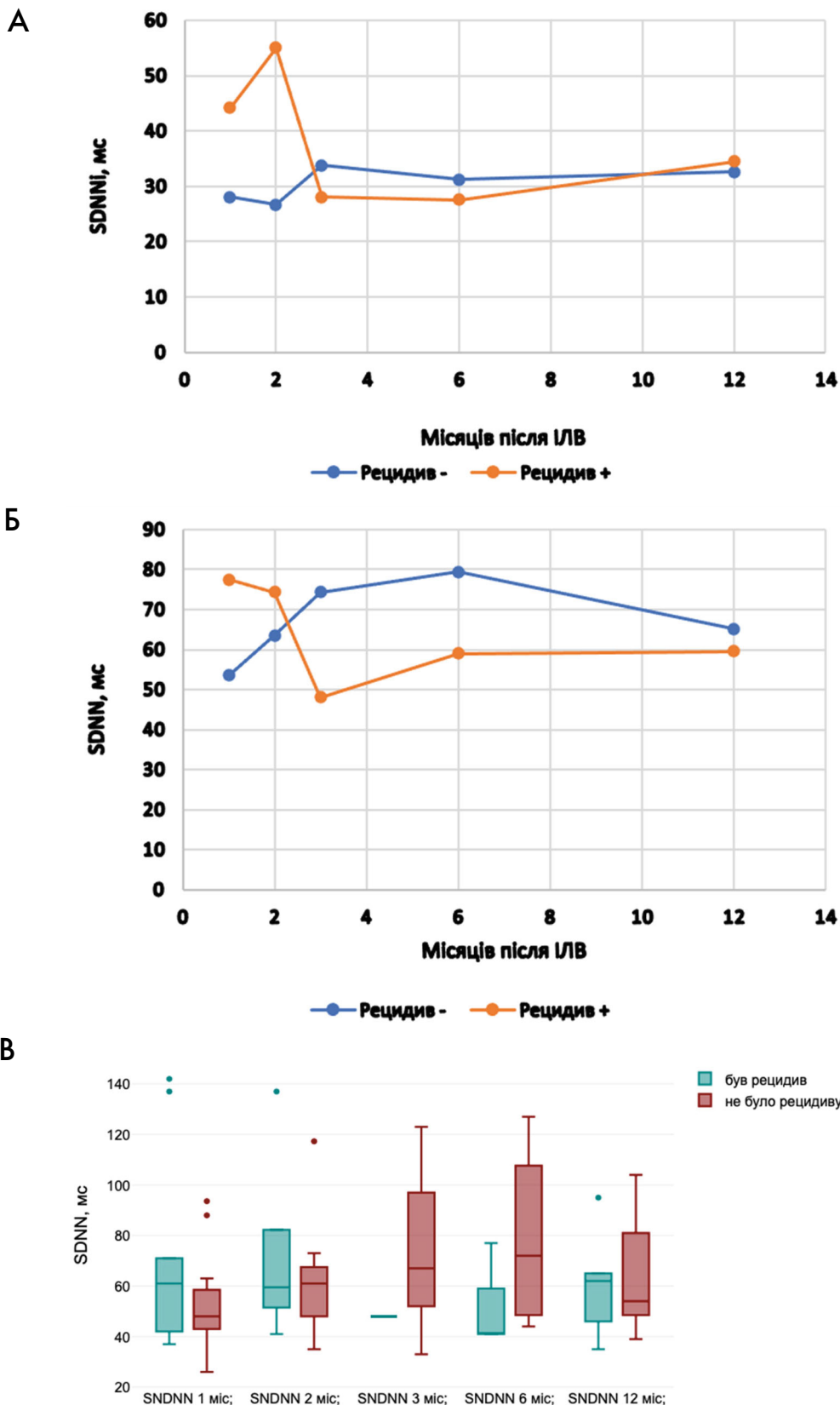


Рис. 3. Середні значення SDNN (Б, В) та SDNNi (А) за добу через 1, 2, 3, 6 та 12 міс після абляції у пацієнтів, які мали рецидив після катетерного втручання, та в пацієнтів без рецидиву.

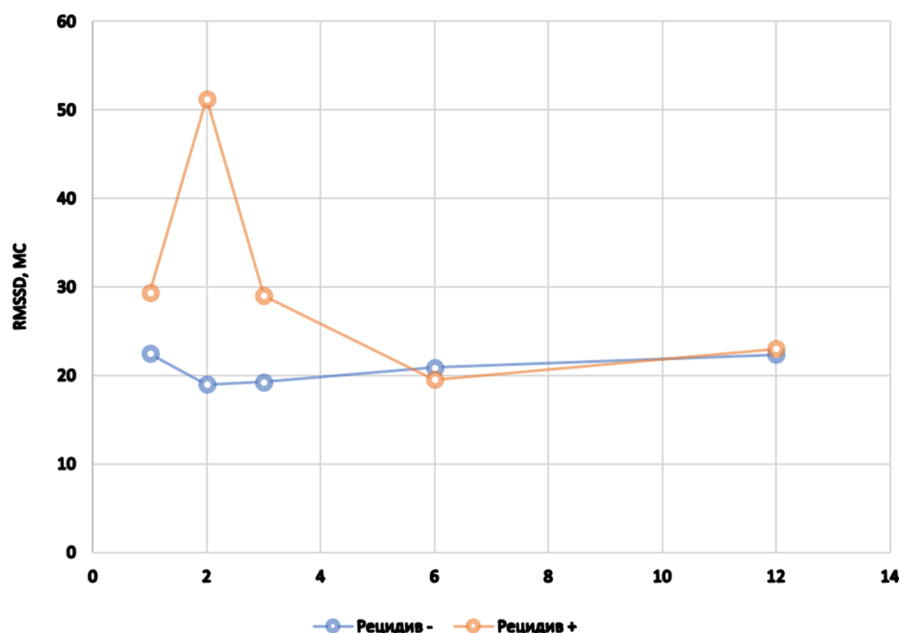


Рис. 4. Середні значення RMSSD за добу через 1, 2, 3, 6 та 12 міс після абляції в пацієнтів, які мали рецидив після катетерного втручання, та в пацієнтів без рецидиву.

($32,6 \pm 22,9$) vs ($15,43 \pm 6,00$) ($p=0,026$). У пацієнтів без рецидиву RMSSD залишався стабільно низьким – це є ознакою зменшеного парасимпатичного впливу внаслідок вираженої паралельної денервації під час проведення ІЛВ (рис. 4).

pNN50. pNN50 – ще один маркер парасимпатичної активності. Значущі відмінності pNN50 виявлені через 12 міс після абляції в пацієнтів, які мали рецидив, та в пацієнтів без рецидиву: ($8,95 \pm 9,92$) vs ($1,78 \pm 1,78$) % ($p=0,026$). pNN50 – це частка сусідніх інтервалів R-R, які відрізняються > 50 мс. Підвищення pNN50 у пацієнтів з рецидивом підтримує гіпотезу [7], що висока парасимпатична активність після ІЛВ асоціюється з ризиком рецидиву аритмії (ФП/ПТ) (табл. 4).

ОБГОВОРЕННЯ

Пацієнти з рецидивом ФП/ПТ після ІЛВ демонстрували стійкі ознаки вищої вагусної активності: знижену ЧСС, підвищені показники RMSSD, SDNNi, pNN50, – порівняно з пацієнтами, у кого рецидиву аритмії не спостерігалось. Найбільш показові відмінності були через 1–2 та 12 міс. Це узгоджується з гіпотезою, що ефективна абляція гангліонарних структур та модуляція автономної нервової системи додатково до якісної ІЛВ мають вагоме значення в стійкому припиненні ФП. Отримані дані перетинаються з даними світової літератури [7] – метааналіз 16 досліджень, що охоплював 2352 пацієнтів, виявив, що

вищий рівень rMSSD був незалежним предиктором рецидиву ФП. Вищий рівень HF та нижчий LF/HF були незалежними предикторами рецидиву ФП протягом першого року спостереження. У нашому дослідженні не вдалося зібрати достатню кількість даних щодо співвідношення LF/HF для порівняльного аналізу. Вищий показник SDNN в метааналізі також був незалежним предиктором рецидиву ФП у пацієнтів з пароксизмальною формою аритмії. Однак деякі дослідження [8] показали, що низькі значення rMSSD були незалежним предиктором рецидиву ФП у пацієнтів, в яких під час абляції використовували криобалони 2-го покоління.

Якщо брати до уваги інтраопераційні зміни автономної активності, дані, отримані нами, збігаються з даними світової літератури [14, 15]. Більш виражене зростання ЧСС та скорочення R-R інтервалу було пов'язано із меншою кількістю рецидивів у післяопераційному періоді (табл. 5).

Отримані нами дані порушують важливе питання щодо можливої доцільності проведення додаткового об'єму абляції, а саме абляції парасимпатичних гангліїв додатково до ІЛВ у вибраній категорії пацієнтів [18–20].

Обмеження. Отримані нами дані лише потенційно можуть мати відношення до прогнозування довгострокових результатів катетерного лікування пацієнтів із ФП. Досліджування проводили на обмеженій кількості пацієнтів, особливо щодо параметрів ВСР. Хоча і вдалося зібрати дані у 49 пацієнтів щодо рецидиву аритмії – параметри

Таблиця 4

Показники варіабельності серцевого ритму в пацієнтів, стратифікованих за наявністю або відсутністю рецидиву фібриляції передсердь / передсердної тахікардії в післяопераційному періоді

| Показник | Рецидив – | Рецидив + | p |
|-----------------------------------|-------------|--------------|-------|
| Середня ЧСС через 1 міс, за 1 хв | 70,94±10,32 | 66,09±10,9 | 0,103 |
| Середня ЧСС через 2 міс, за 1 хв | 73,44±9,93 | 62,50±10,45 | 0,013 |
| Середня ЧСС через 3 міс, за 1 хв | 71,61±8,27 | 66,330±2,054 | 0,916 |
| Середня ЧСС через 6 міс, за 1 хв | 75,25±9,37 | 66,50±7,69 | 0,12 |
| Середня ЧСС через 12 міс, за 1 хв | 74,10±11,67 | 69,0±9,5 | 0,075 |
| RMSSD через 1 міс, мс | 22,45±14,6 | 29,37±25,15 | 0,453 |
| RMSSD через 2 міс, мс | 19,00±11,59 | 51,25±68,60 | 0,365 |
| RMSSD через 3 міс, мс | 19,27±6,65 | – | – |
| RMSSD через 6 міс, мс | 20,91±9,19 | 19,50±6,36 | 0,889 |
| RMSSD через 12 міс, мс | 15,43±6,00 | 32,6±22,9 | 0,026 |
| SNDNNi через 1 міс, мс | 28,00±11,26 | 44,13±25,31 | 0,021 |
| SNDNNi через 2 міс, мс | 26,67±4,23 | 55,0±38,4 | 0,002 |
| SNDNNi через 3 міс, мс | 33,75±16,16 | – | – |
| SNDNNi через 6 міс, мс | 31,17±8,04 | 27,50±3,54 | 0,521 |
| SNDNNi через 12 міс, мс | 29,67±8,71 | 37,60±16,28 | 0,314 |
| SNDNN через 1 міс, мс | 53,51±20,86 | 77,50±38,78 | 0,047 |
| SNDNN через 2 міс, мс | 63,47±26,83 | 74,25±39,89 | 0,616 |
| SNDNN через 3 міс, мс | 74,30±29,77 | – | – |
| SNDNN через 6 міс, мс | 79,33±35,30 | 59,00±25,46 | 0,233 |
| SNDNN через 12 міс, мс | 65,13±22,29 | 59,50±26,13 | 0,585 |
| pNN50 через 1 міс, % | 3,33±3,57 | 7,61±9,72 | 0,6 |
| pNN50 через 2 міс, % | 1,88±2,62 | 8,87±15,43 | 0,238 |
| pNN50 через 3 міс, % | 2,88±2,81 | – | – |
| pNN50 через 6 міс, % | 2,33±2,06 | – | – |
| pNN50 через 12 міс, % | 1,78±1,78 | 8,95±9,92 | 0,026 |

Таблиця 5

Показники інтраопераційних кардіонейроефектів, стратифікованих за наявністю або відсутністю рецидиву фібриляції передсердь / передсердної тахікардії у післяопераційному періоді

| Показник | Рецидив – | Рецидив + | p |
|---------------------------------------|---------------|---------------|-------|
| R-R інтервал на початку втручання, мс | 889,33±157,48 | 986,50±183,99 | 0,27 |
| R-R інтервал у кінці втручання, мс | 762,92±133,81 | 874,25±137,06 | 0,029 |
| p | 0,003 | 0,09 | |
| ЧСС на початку втручання, за 1 хв | 69,00±11,96 | 63,00±14,84 | 0,102 |
| ЧСС в кінці втручання, за 1 хв | 80,67±15,53 | 69,75±11,85 | 0,022 |
| p | 0,003 | 0,117 | |

середньої ЧСС та ВСР (RMSSD, SDNN тощо) вдалося зафіксувати не у всіх пацієнтів через декілька причин: не всі пацієнти проходили послідовне холтерівське моніторування ЕКГ через 1, 2, 3, 6 та 12 міс; не у всіх добових звітах холтерівського моніторування були дані ВСР через обмеженість можливостей програмного забезпечення. Тому посилення вибірки кількістю обстежених пацієнтів може надалі відобразитися на показниках значущості при порівнянні параметрів ВСР між групами пацієнтів із рецидивом та без. Також необхідно буде провести аналіз ВСР у пацієнтів після катетерного лікування ФП із застосуванням інших абляційних технологій (як радіочастотної точкової абляції, так і кріобалонної абляції та абляції імпульсним полем).

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: проект дослідження, його структура, редагування статті – В.Л.; огляд і аналіз наукової літератури, написання статті – Є.П.

Література

1. Lippi G, Sanchis-Gomar F, Cervellin G. Global epidemiology of atrial fibrillation: An increasing epidemic and public health challenge. *Int J Stroke*. 2021 Feb;16(2):217-21. <https://doi.org/10.1177/1747493019897870>
2. Bizhanov KA, Abzaliyev KB, Baimbetov AK, Sarsenbayeva AB, Lyan E. Atrial fibrillation: Epidemiology, pathophysiology, and clinical complications (literature review). *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2023 Jan;34(1):153-165. <https://doi.org/10.1111/jce.15759>
3. Joglar JA, Chung MK, Armbruster AL, Benjamin EJ, Chyou JY, Cronin EM, et al. 2023 ACC/AHA/ACCP/HRS Guideline for the Diagnosis and Management of Atrial Fibrillation: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2024 Jan 2;149(1):e1-e156. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001193>
4. Van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, De Potter TJR, Dwight J, Guasti L, Hanke T, Jaarsma T, Lettino M, Lechen ML, Lumbers RT, Maesen B, Mølgaard I, Rosano GMC, Sanders P, Schnabel RB, Suwalski P, Svennberg E, Tamargo J, Tica O, Traykov V, Tzeis S, Kotecha D; ESC Scientific Document Group. 2024 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2024 Sep;45(36):3314–3414. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae176>
5. Sau A, Howard JP, Al-Aidarous S, Ferreira-Martins J, Al-Khayatt B, Lim PB, Kanagaratnam P, Whinnett ZI, Peters NS, Sikkil MB, Francis DP, Sohaib SMA. Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Atrial Fibrillation Ablation With Pulmonary Vein Isolation Versus Without. *JACC Clin Electrophysiol*. 2019 Aug;5(8):968-976. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2019.05.012>
6. Vempati R, Garg A, Shah M, Jena N, Raj K, Reddy YM, Noheria A, Ha QD, Umashankar D, Toquica Gahona C. Predictors of Atrial Fibrillation Recurrence After Catheter Ablation: A State-of-the-Art Review. *Hearts*. 2025; 6(2):12. <https://doi.org/10.3390/hearts6020012>
7. Zhang E, Liang S, Sun T, Xu J, Lu F, Wu D, Zhang J, He L, Zhang F, Fan S, Ma W. Prognostic value of heart rate variability in atrial fibrillation recurrence following catheter ablation: A systematic review and meta-analysis. *Front Cardiovasc Med*. 2023 Feb 2;9:1048398. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.1048398>
8. Drexler M, Blum T, Heinroth KM, Hartkopf T, Plehn A, Schirdewahn P, Sedding DG. Heart rate variability as a predictor of successful catheter-guided pulmonary vein isolation for atrial fibrillation. *Herz*. 2024 Mar;49(2):147-154. <https://doi.org/10.1007/s00059-023-05201-6>
9. von Olshausen G, Saluveer O, Schwieler J, Drca N, Bastani H, Tapanainen J, et al. Sinus heart rate post pulmonary vein ablation and long-term risk of recurrences. *Clin Res Cardiol*. 2021;110:851–60. <https://doi.org/10.1007/s00392-020-01765-z>
10. Yu HT, Kim TH, Uhm JS, Kim JY, Joung B, Lee MH, et al. Prognosis of high sinus heart rate after catheter ablation for atrial fibrillation. *Europace* 2017;19:1132–9. <https://doi.org/10.1093/europace/euw142>
11. Goff ZD, Laczay B, Yenokyan G, Sivasambu B, Sinha SK, Marine JE, et al. Heart rate increase after pulmonary vein isolation predicts freedom from atrial fibrillation at 1 year. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2019;30:2818–22. <https://doi.org/10.1111/jce.14257>
12. Wang K, Chang D, Chu Z, Yang Y, Gao L, Zhang S, Xia Y, Dong Y, Yin X, Cong P, Jia J. Denervation as a common mechanism underlying different pulmonary vein isolation strategies for paroxysmal atrial fibrillation: evidenced by heart rate variability after ablation. *Scientific World J*. 2013 Aug 24;2013:569564. <https://doi.org/10.1155/2013/569564>
13. Vassallo F, Cunha C, Corsino L, Serpa E, Simxes A Jr, Hespanhol D, Lovatto CV, Gasparini D, Barbosa LF, Schmidt A. High Power Short Duration Atrial Fibrillation Ablation: Long-Term Predictors of Success and Recurrence - A Multivariate Analysis. *Arq Bras Cardiol*. 2024 Nov;121(12):e20230837. Portuguese, English. <https://doi.org/10.3390/hearts6020012>

- org/10.36660/abc.20230837
14. Vassallo F, Corcino L, Cunha C, Serpa E, Lovatto C, Simoes A Jr, Carloni H, Hespagnol D, Gasparini D, Barbosa LF, Schmidt A. Incidental parasympathetic cardiac denervation during atrial fibrillation ablation using high power short duration: a marker of long-term success. *J Interv Card Electrophysiol.* 2025 Mar;68(2):371-377. <https://doi.org/10.1007/s10840-023-01653-2>
 15. Vassallo F, Meigre LL, Cunha C, Serpa E, Simoes A Jr, Lovatto C, Gasparini D, Corcino L, Schmidt A. Comparison of outcomes with low-power long duration versus high-power short duration of ablation: the role of the acute change in sinus rhythm after the ablation as a predictor of long-term success. *Heart Vessels.* 2022 Oct;37(10):1749-1756. <https://doi.org/10.1007/s00380-022-02066-3>
 16. Musikantow DR, Neuzil P, Petru J, Koruth JS, Kralovec S, Miller MA, Funasako M, Chovanec M, Turagam MK, Whang W, Sediva L, Dukkupati SR, Reddy VY. Pulsed Field Ablation to Treat Atrial Fibrillation: Autonomic Nervous System Effects. *JACC Clin Electrophysiol.* 2023 Apr;9(4):481-493. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2022.10.028>
 17. Pachon-M JC, Pachon-M EI, Santillana-P TG, Lobo TJ, Pachon CTC, Pachon-M JC, Pachon MZC, Clark J. Vagal AF induction test (VAFIT): a new endpoint for optimizing atrial fibrillation ablation through cardioneuroablation. *J Interv Card Electrophysiol.* 2025 Mar;68(2):293-306. <https://doi.org/10.1007/s10840-025-02007-w>
 18. Hardy C, Rivarola E, Scanavacca M. Role of Ganglionated Plexus Ablation in Atrial Fibrillation on the Basis of Supporting Evidence. *J Atr Fibrillation.* 2020 Jun 30;13(1):2405. <https://doi.org/10.4022/jafib.2405>
 19. Kampaktis PN, Oikonomou EK, Y Choi D, Cheung JW. Efficacy of ganglionated plexi ablation in addition to pulmonary vein isolation for paroxysmal versus persistent atrial fibrillation: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *J Interv Card Electrophysiol.* 2017 Dec;50(3):253-260. <https://doi.org/10.1007/s10840-017-0285-z>
 20. Aksu T, Skeete JR, Huang HH. Ganglionic Plexus Ablation: A Step-by-step Guide for Electrophysiologists and Review of Modalities for Neuromodulation for the Management of Atrial Fibrillation. *Arrhythm Electrophysiol Rev.* 2023 Jan;12:e02. <https://doi.org/10.15420/aer.2022.37>

Heart rate variability in patients after catheter-based radiofrequency pulmonary vein isolation

Ye.O. Perepeka, V.V. Lazoryshynets

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

The aim – to analyze the dynamics of heart rate variability in patients who underwent radiofrequency isolation of pulmonary veins using the «high power – short duration» technique, and to determine its relationship with the probability of arrhythmia recurrence in the postoperative period.

Materials and methods. To conduct a study of heart rate variability, a total of 114 patients with paroxysmal and persistent forms of atrial fibrillation (AF) were analyzed, who underwent catheter radiofrequency pulmonary vein isolation at the State Institution «National Institute of Cardiovascular Surgery named after M.M. Amosov of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine» for the period from May 2022 to December 2024. 49 patients were selected for the study in whom long-term results regarding arrhythmia recurrence were monitored.

Results. The follow-up period of patients after pulmonary vein isolation (PVI) was on average 19.87 ± 7.56 months (range 8 to 34 months). The frequency of arrhythmia recurrence during this period was 38 %. 26.4 % of patients were diagnosed with persistent atrial fibrillation (AF). At all time points, patients without recurrence had a higher mean heart rate, which may indicate a more effective denervation. The largest difference was observed after 2 months: in patients without recurrence 73.44 ± 9.93 beats/min, with recurrence: 62.50 ± 10.45 beats/min ($p=0.01$). After 1, 6, and 12 months, there was a trend towards a decrease in heart rate in the group of patients with arrhythmia recurrence, although it did not reach statistical significance ($p>0.05$). Patients with recurrence showed significantly higher RMSSD values, especially at 2 and 12 months. 2 months: 51.25 ± 68.60 vs 19.00 ± 11.59 ($p=0.365$); 12 months: 32.6 ± 22.9 vs 15.43 ± 6.00 ($p=0.026$). At 1 month, SDNN was significantly higher in patients with recurrence: 77.50 ± 38.78 vs 53.51 ± 20.86 ($p=0.047$). SDNNi is also higher in patients with relapse: 1 month – 44.13 ± 25.31 vs 28.00 ± 11.26 ($p=0.021$); 2 months: 55.0 ± 38.4 vs 26.67 ± 4.23 ($p=0.002$). This may be due to incomplete or transient modulation of ganglionic structures, which is manifested by a high SDNN. At later times (6–12 months), the differences smoothed out and statistical significance was not found. pNN50 is another marker of parasympathetic activity. Significant differences in pNN50 were found at 12 months: 8.95 ± 9.92 (with relapse) vs 1.78 ± 1.78 (without) ($p=0.026$). Paroxysmal AF was more common in the group without recurrence (86 % vs. 73 %), which was statistically significant ($p=0.022$). Also, the end-diastolic index (EDI) was significantly higher in the group without recurrence (66.02 ± 9.78 vs. 59.56 ± 4.05 ; $p=0.023$). The left atrial diameter tended to be larger in the group of patients with recurrence (43.47 ± 5.15) vs. (41.77 ± 4.64) mm; $p=0.091$). Body mass index (BMI) tended to be higher in the group without recurrence (30.35 ± 5.78 vs. 27.36 ± 3.84 ; $p=0.054$), but the difference did not reach statistical significance.

Conclusions. Patients with signs of more pronounced intraoperative modification of parasympathetic ganglia functions during catheter radiofrequency isolation of the lungs with fewer arrhythmia recurrences during time control are observed in 19.87 ± 7.56 months. Lower RMSSD values in use without recurrence, especially in the early stages after ablation, as well as lower pNN50 values after 12 months confirm a decrease in parasympathetic activity, compared with patients in whom arrhythmia recurrence occurred. Changes in HRV may be useful for assessing the effectiveness of concomitant cardioneuroablation during pulmonary vein isolation.

Key words: ablation, pacemaker, atrial fibrillation, navigation system, left atrial fibrosis, cryoballoon ablation, pulsed field ablation, cardioneuroablation.