

Тимошенко А.Ю., лікар ультразвукової діагностики відділення ультразвукової діагностики, аспірантка кафедри хірургії серця та магістральних судин, <https://orcid.org/0000-0002-8593-4827>

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М.М.Амосова НАМН України», м. Київ, Україна;
Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

Функція лівого передсердя. Чи можливо передбачити результат катетерної абляції при фібриляції передсердь?

Резюме

Вступ. Фібриляція передсердь (ФП) – найпоширеніше порушення ритму серця, що зустрічається у 1–2 % дорослого населення. Фібриляція передсердь значно підвищує ризики інсульту, серцевої недостатності та загальної смертності [1,3]. Катетерна абляція (КА) при ФП – «золотий» стандарт контролю аритмії у пацієнтів із неефективною медикаментозною терапією. Визначення функціонального стану лівого передсердя (ЛП) – критично важлива опція для прогнозування результатів абляції.

Мета. Оцінити функціональний стан лівого передсердя у пацієнтів із ФП за допомогою спекл-трекінг-ехокардіографії (STE) та провести аналіз його прогностичного значення для результатів катетерної абляції.

Матеріали та методи. Для оцінки функціонального стану ЛП використовують 2D трансторакальну ехокардіографію із застосуванням спекл-трекінг-ехокардіографії. Для детальної оцінки функціонального стану ЛП визначають індексований об'єм ЛП, фракцію викиду ЛП, а також показники стрейнів ЛП (резервуарна деформація, провідна деформація, насосна деформація), при цьому референтними значеннями є показники, опубліковані за результатами дослідження HUNT у 2023 році [17]. У період із червня по грудень 2024 року в НІССХ проходили лікування з приводу ФП 24 пацієнти, яким було проведено оцінку функціонального стану ЛП на доопераційному етапі. За результатами досліджень середній показник максимального об'єму ЛП склав $81,2 \pm 22,0$ мл, середній показник фракції викиду ЛП – $49,2 \pm 12,9$ %, а індексований об'єм ЛП (LAVI) був $40,0 \pm 10,3$ мл/м². Середні показники резервуарної, провідної та насосної функцій були такими: LASr – $23,0 \pm 10,2$ %, LAScd – $-13,8 \pm 5,5$ %, а LASct – $-9,2 \pm 6,1$ % відповідно.

Результати. У досліджуваній групі пацієнтів резервуарна, провідна та насосна функції ЛП виявилися нижчими порівняно з референтними значеннями, отриманими в рамках дослідження HUNT. Середній період спостереження склав 4,9 місяця, а відсоток рецидиву становив 16,7 % (4 пацієнти).

Висновки. Визначення функціонального стану ЛП за допомогою спекл-трекінг-ехокардіографії може стати альтернативним методом діагностики для прогнозування віддалених результатів після катетерного лікування з приводу ФП.

Ключові слова: ехокардіографія, спекл-трекінг, стрейни, резервуарна функція, провідна функція, насосна функція

Вступ. Фібриляція передсердь (ФП) є найпоширенішою аритмією, яка зустрічається у 1–2 % дорослого населення та значно підвищує ризик інсульту, серцевої недостатності та загальної смертності [1,3]. Катетерна абляція (КА) є ефективним методом лікування ФП, особливо у пацієнтів із рефрактерністю до медикаментозної терапії, і дозволяє досягти тривалого контролю ритму [2]. Однак довготривала ефективність КА залежить не тільки від технічно правильно виконаної процедури, а й від багатьох ін-

ших факторів, таких як вік пацієнта, тривалість ФП, форма ФП тощо.

Одним із ключових елементів, що впливають на результати КА, є функціональний стан лівого передсердя (ЛП). ЛП виконує три основні функції: резервуарну, провідну та насосну, які відіграють критичну роль у забезпеченні ефективної гемодинаміки. Відомо, що при ФП ЛП зазнає значних морфофункціональних змін, зокрема дилатації, фіброзу та зниження скорочувальної здатності, що може впливати на ймовірність рецидиву аритмії після КА [4]. Сучасні методи візуалізації, такі як спекл-трекінг-ехокардіографія (STE), дозволяють кількісно оцінити функцію ЛП, зокрема визначити показники резервуарного (LASr), провідного (LAScd) та насосного

(LASct) стрейнів. Референтні значення стрейнів ЛП були отримані у 1329 здорових учасників дослідження HUNT і опубліковані у 2023 році [20] (аналізи виконувалися за допомогою General Electric HealthCare EchoPAC). Згідно з даними, середні значення ± 2 SD для жінок і чоловіків наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Референтні значення LASr, LAScd, LASct за даними дослідження HUNT

	Жінки	Чоловіки
%LASr (резервуарна деформація)	33,2 (17,2–49,2)	32,7 (16,0–49,3)
%LAScd (провідна деформація)	-17,0 (-30,8 до -3,3)	-15,7 (-29,1 до -2,3)
%LASct (скорочувальна деформація)	-16,2 (-25,4 до -7,0)	-17,0 (-26,9 до -7,0)

Зниження LASr < 18 % асоціюється з підвищеним ризиком рецидиву ФП після КА, а порушення LAScd та LASct корелюють із жорсткістю ЛП та підвищеним тиском наповнення. Відповідно до останніх досліджень, зниження LASr пов'язане з вищою ймовірністю рецидиву ФП, що підкреслює його значущість як прогностичного маркера [5].

Мета. Оцінити функціональний стан лівого передсердя у пацієнтів із фібриляцією передсердь за допомогою спекл-трекінг-ехокардіографії та аналіз його прогностичного значення для результатів катетерної абляції.

Матеріали та методи. Оцінка функції лівого передсердя. Ліве передсердя виконує три основні функції: резервуарну, провідну та насосну. Порушення цих функцій при ФП може впливати на ефективність катетерної абляції [11,12]. Для оцінки структури та функції ЛП використовували трансторакальну ехокардіографію (ТТЕ) в 2D-режимі, що включала аналіз розмірів, об'ємів та механічних властивостей ЛП. Передньо-задній розмір ЛП вимірювали в парастернальній позиції по довгій осі ЛПШ. Об'єм ЛП (LAV) вимірювали за методом дисків (модифікований метод Сімпсона). Також вимірювали індексований об'єм ЛП (LAVI), який розраховували як відношення об'єму ЛП до площі поверхні тіла пацієнта. Показник індексованого об'єму ЛП > 34 мл/м² вважали ознакою дилатації ЛП [13].

Безпосередньо функція ЛП визначалась за допомогою виміру фракції викиду ЛП (LA EF) та обчислювалась як різниця між максимальним і мінімальним об'ємами ЛП, поділена на максимальний об'єм ЛП [6].

$$LA\ EF\ (\%) = ((LAV_{max} - LAV_{min}) / LAV_{max}) * 100,$$

де LA EF – фракція викиду ЛП (%);

LAV_{max} – максимальний об'єм ЛП (мл), вимірюється у фазі систоли шлуночків;

LAV_{min} – мінімальний об'єм ЛП (мл), вимірюється у фазі діастолі шлуночків.

Для детальної оцінки функції ЛП використовували спекл-трекінг-ехокардіографію [6,8,9,14]. Спекл-трекінг-ехокардіографія є одним із найбільш чутливих методів оцінки деформаційних характеристик ЛП, який дозволяє аналізувати його механіку незалежно від кута ультразвукового променя [15].

Характеристика когорти. До дослідження було включено 24 пацієнтів із фібриляцією передсердь, яким було виконано катетерну абляцію з приводу ФП у ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» в період з червня по грудень 2024 року. Загальна характеристика когорти подана у таблиці 2. Середній вік пацієнтів становив $57,8 \pm 11,1$ року. На передопераційному етапі всім пацієнтам було виконано базові інструментальні дослідження (ЕКГ, ЕхоКГ, холтеровське моніторування ЕКГ). За результатами обстежень, середній показник фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) становив $57,4 \pm 5,5$ %, кінцево-діастолічний об'єм лівого шлуночка (КДО) – $130,1 \pm 24,5$ мл. Інших структурних захворювань серця, що потребували хірургічної корекції, виявлено не було. У всіх пацієнтів на момент госпіталізації до стаціонару фіксувався синусовий ритм.

Таблиця 2

Загальна характеристика когорти

Показник	Значення
Кількість пацієнтів, n	24
Чоловіки, n (%)	13 (54.2 %)
Середній вік (р)	57.8 ± 11.1
КДО (мл)	130.1 ± 24.5
ФВ ЛШ (%)	57.4 ± 5.5

Також усім пацієнтам на передопераційному етапі було виконано спекл-трекінг-ехокардіографію лівого передсердя та визначено основні ехокардіографічні показники, а також середні значення резервуарної, провідної та насосної деформацій, які наведено у таблиці 3.

Таблиця 3

Основні ехокардіографічні показники ЛП

Максимальний об'єм ЛП (V LA max) (мл)	81.2 ± 22.0
Мінімальний об'єм ЛП (V LA min) (мл)	42.5 ± 18.7
Фракція викиду ЛП (LA EF) (%)	49.2 ± 12.9
Індексований об'єм ЛП (LAVI) (мл/м ²)	40.0 ± 10.3
Показники стрейнів ЛП	
LASr (%)	23.0 ± 10.2
LAScd (%)	-13.8 ± 5.5
LASct (%)	-9.2 ± 6.1

Катетерна абляція. Катетерні абляції з приводу фібриляції передсердь проводилися в електро-

фізіологічній лабораторії. Для цього використовували стаціонарну ангиографічну систему Alphenix Sky (Canon), електрофізіологічну систему LabSystem Pro (Boston Scientific) та навігаційну систему EnSite Precision (Abbott). Усім пацієнтам було виконано радіочастотну абляцію в обсязі анатомічної та електричної ізоляції легеневої вен. На момент завершення основного етапу втручання всі пацієнти мали синусовий ритм.

Статистичний аналіз. Отримані проміжні дані аналізувалися за критерієм Манна-Уїтні через малу вибірку пацієнтів. Статистично значущим вважалося значення $p < 0,05$.

Результати. У період з червня по грудень 2024 року в НІССХ ім. М.М. Амосова проходили катетерне лікування з приводу фібриляції передсердь 24 пацієнти, яким було виконано оцінку функціонального стану ЛП за допомогою спекл-трекінг ЕхоКГ. За результатами проведених досліджень середній показник максимального об'єму ЛП становив $81,2 \pm 22,0$ мл, середній показник фракції викиду ЛП – $49,2 \pm 12,9$ %, а індексований об'єм ЛП (LAVI) – $40,0 \pm 10,3$ мл/м². Середні показники резервуарної, провідної та насосної функцій були такими: LASr становив $23,0 \pm 10,2$ %, LAScd – $-13,8 \pm 5,5$ %, а LASct – $-9,2 \pm 6,1$ %. Загалом у досліджуваній когорті пацієнтів резервуарна, провідна та насосна функції ЛП виявилися нижчими порівняно з референтними значеннями, отриманими в рамках дослідження HUNT. Зокрема, середнє значення LASr (резервуарної деформації) в досліджуваній групі пацієнтів становило $23,0 \pm 10,2$ %, що є нижчим, ніж у референтної популяції HUNT (жінки: 33,2 % (17,2–49,2); чоловіки: 32,7 % (16,0–49,3)). Провідна деформація ЛП, представлена показником LAScd, також була зниженою ($-13,8 \pm 5,5$ %), тоді як у дослідженні HUNT цей показник становив $-17,0$ % ($-30,8$ до $-3,3$) у жінок та $-15,7$ % ($-29,1$ до $-2,3$) у чоловіків. Найбільш виражене зниження спостерігалось у скорочувальній деформації ЛП (LASct), яка у наших пацієнтів становила $-9,2 \pm 6,1$ %, що суттєво нижче за референтні значення ($-16,2$ % ($-25,4$ до $-7,0$) у жінок та $-17,0$ % ($-26,9$ до $-7,0$) у чоловіків).

Середній період спостереження становив 4,9 місяця (від 3 до 9 місяців). Всі пацієнти проходять холтерівське моніторування ЕКГ, повторне ЕхоКГ та ЕКГ спокою у 12 відведеннях через 3, 6 та 12 місяців після катетерного лікування з приводу фібриляції передсердь. У 20 (83,3 %) пацієнтів не було зареєстровано фібриляції передсердь / тріпотіння передсердь / передсердної тахікардії за період спостереження. У 4 (16,7 %) пацієнтів спостерігався рецидив фібриляції передсердь. Середній вік пацієнтів у групі без рецидиву становив $57,1 \pm 11$ років, а у групі з рецидивом – $61,2 \pm 12,4$ року. Показники індексованого об'єму лівого передсердя (LAVI) у пацієнтів з рецидивом становили $46,2 \pm 13,2$ мл/м² проти $38,8 \pm 10,1$ мл/м² у пацієнтів зі збереженням сину-

сового ритму. Середні показники фракції викиду ЛП (LA EF) були такими: $41,6 \pm 10,1$ % у пацієнтів з рецидивом та $50,8 \pm 13,5$ % у пацієнтів, які не мали рецидиву. Середні показники LASr % були наступними: $24,2 \pm 9,2$ % у пацієнтів без рецидиву та $16,9 \pm 7,6$ % у пацієнтів із рецидивом ($p < 0,2$). Середні показники LAScd % у пацієнтів без рецидиву та у пацієнтів з рецидивом становили $-14,6 \pm 5,3$ % та $-9,9 \pm 5,9$ % відповідно ($p = 0,3$). Також були розраховані середні показники LASct % у групі пацієнтів без рецидиву та у групі пацієнтів з рецидивом: $-9,9 \pm 6,7$ % та $-6,9 \pm 1,8$ % відповідно ($p = 0,3$).

Таблиця 4

Результати, отримані в ході спостереження

	З рецидивом	Без рецидиву
Кількість пацієнтів (n)	4	20
Середній вік (р)	$61,2 \pm 12,4$	$57,1 \pm 11$
Фракція викиду ЛП (LA EF) (%)	$41,6 \pm 10,1$	$50,8 \pm 13,5$
Індексований об'єм ЛП (LAVI) (мл/м ²)	$46,2 \pm 13,2$	$38,8 \pm 10,1$
LASr (%)	$16,9 \pm 7,6$	$24,2 \pm 9,2$
LAScd (%)	$-9,9 \pm 5,9$	$-14,6 \pm 5,3$
LASct (%)	$-6,9 \pm 1,8$	$-9,9 \pm 6,7$
Період спостереження (міс)	4,9	

Обговорення. На сьогоднішній день опубліковані дані таких великих досліджень, як HUNT та NORRE, дозволяють визначати та аналізувати функціональний стан лівого передсердя. Це вкрай важливо для пацієнтів із фібриляцією передсердь, яким планується катетерне лікування. За результатами дослідження функції ЛП у 24 пацієнтів, які проходили катетерне лікування з приводу фібриляції передсердь в НІССХ ім. М.М. Амосова, не виявлено статистично значущих відмінностей між двома групами пацієнтів за показниками резервуарної, провідної та скоротливої деформації лівого передсердя ($p > 0,05$ для всіх порівнянь, тест Манна-Уїтні). Водночас у групі пацієнтів із рецидивом спостерігається тенденція до зниження деформаційних характеристик порівняно з групою пацієнтів, що не мали рецидиву.

Одержані результати слід розглядати як попередні, з огляду на обмежену кількість пацієнтів у групі з рецидивом аритмії (4 пацієнти), що може знизити статистичну потужність тесту. Виявлена тенденція до зниження показників деформації ЛП у пацієнтів із рецидивом ФП після катетерного лікування потребує подальшого вивчення на більшій вибірці. Оцінка функціонального стану ЛП перед катетерним лікуванням може стати важливим компонентом у прогнозуванні результатів абляції. Оцінка стрейнів лівого передсердя може стати доступною та високоспецифічною альтернативою МРТ-діагностиці

для оцінки функціонального стану лівого передсердя [7,10,16].

Висновки. У нашому дослідженні взяли участь 24 пацієнти. Отримані попередні результати не можна екстраполювати в клінічну практику через малу вибірку пацієнтів. Подальші дослідження серед великої вибірки пацієнтів є доцільними для встановлення

кореляції між показниками стрейнів ЛП та довготривалими результатами від КА, враховуючи вже отримані результати великих досліджень HUNT та NORRE. Визначення чіткої кореляції із залученням більшої вибірки пацієнтів є необхідним для можливого встановлення прогностичних меж після катетерного лікування фібриляції передсердь.

Список використаних джерел

References

1. Hindricks G, Potpara T, Dagres N, Arbelo E, Bax JJ, et al. ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur Heart J*. 2021 Feb 1;42(5):373-498. doi: 10.1093/eurheartj/ehaa612
2. Calkins H, Hindricks G, Cappato R et al. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm*. 2017 Oct;14(10):e275-e444. <https://doi.org/10.1016/j.hrthm.2017.05.012>.
3. Zolotarova T, Bilchenko O, Volkov D, Pasyura I, & Prylutska K. Peculiarities of pharmacotherapy of chronic heart failure with retained left ventricular efficiency and associated atrial fibrillation depending on the method of heart rhythm control. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Medicine"*. 2022; 44. <https://doi.org/10.26565/2313-6693-2022-44-07>
4. Gupta DK, Shah AM, Giugliano RP et al. Effective aNticoagulation with factor xA next GEneration in AF-Thrombolysis In Myocardial Infarction 48 Echocardiographic Study Investigators. Left atrial structure and function in atrial fibrillation: ENGAGE AF-TIMI 48. *Eur Heart J*. 2014 Jun 7;35(22):1457-65. doi: 10.1093/eurheartj/ehu500.
5. Pathan F, D'Elia N, Nolan MT et al. Normal Ranges of Left Atrial Strain by Speckle-Tracking Echocardiography: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr*. 2017 Jan;30(1):59-70.e8. doi: 10.1016/j.echo.2016.09.007.
6. Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP et al. Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016 Apr;29(4):277-314. doi: 10.1016/j.echo.2016.01.011.
7. Cameli M, et al. Left atrial strain by speckle tracking echocardiography as an early predictor of outcome in patients with atrial fibrillation. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.03.022>
8. Reddy YNV, Obokata M, Verbrugge FH et al. Atrial Dysfunction in Patients With Heart Failure With Preserved Ejection Fraction and Atrial Fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2020 Sep 1;76(9):1051-1064. doi: 10.1016/j.jacc.2020.07.009.
9. Mauriello A, Correra A, Ascrizzi A et al. Relationship Between Left Atrial Strain and Atrial Fibrillation: The Role of Stress Echocardiography. *Diagnostics (Basel)*. 2024 Dec 24;15(1):7. doi: 10.3390/diagnostics15010007.
10. Kim M H, Cho I, Kim K et al. Prognostic value of left atrial strain for outcome of catheter ablation in patients with atrial fibrillation and moderately enlarged left atrium. *European Heart Journal*. 2024 October; 45;1: ehae666.627. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae666.627>
11. Leischik R, Littwitz H, Dworak B et al. Echocardiographic Evaluation of Left Atrial Mechanics: Function, History, Novel Techniques, Advantages, and Pitfalls. *Biomed Res Int*. 2015;2015:765921. doi: 10.1155/2015/765921.
12. Gan GCH, Ferkh A, Boyd A et al. Left atrial function: evaluation by strain analysis. *Cardiovasc Diagn Ther*. 2018 Feb;8(1):29-46. doi: 10.21037/cdt.2017.06.08.
13. Ji M, He L, Gao L et al. Assessment of Left Atrial Structure and Function by Echocardiography in Atrial Fibrillation. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Aug 5;12(8):1898. doi: 10.3390/diagnostics12081898.
14. Gan GCH, Bhat A, Chen HHL et al. Left Atrial Reservoir Strain by Speckle Tracking Echocardiography: Association With Exercise Capacity in Chronic Kidney Disease. *J Am Heart Assoc*. 2021 Jan 5;10(1):e017840. doi: 10.1161/JAHA.120.017840.
15. Khan HR, Yakupoglu HY, Kralj-Hans I et al. Left Atrial Function Predicts Atrial Arrhythmia Recurrence Following Ablation of Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2023 Jun;16(6):e015352. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.123.015352.
16. Parwani AS, Morris DA, Blaschke F et al. Left atrial strain predicts recurrence of atrial arrhythmias after catheter ablation of persistent atrial fibrillation. *Open Heart*. 2017 Apr 28;4(1):e000572. doi: 10.1136/openhrt-2016-000572.
17. Nyberg J, Jakobsen EO, Østvik A et al. Echocardiographic Reference Ranges of Global Longitudinal Strain for All Cardiac Chambers Using Guideline-Directed Dedicated Views. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023 Dec;16(12):1516-1531. DOI: 10.1016/j.jcmg.2023.08.011

Left Atrium Function: Can We Really Predict Outcomes after Catheter Ablation for Atrial Fibrillation?

Alina Yu. Tymoshenko

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

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

Introduction. Atrial fibrillation (AF) is the most common heart rhythm disorder, affecting 1–2 % of the adult population. AF significantly increases the risks of stroke, heart failure, and overall mortality [1]. Catheter ablation (CA) for AF is considered the gold standard for arrhythmia control in patients with ineffective drug therapy. Determining the functional state of the left atrium (LA) is critical for predicting ablation outcomes.

Aim. To evaluate the functional state of the left atrium in patients with AF using speckle tracking echocardiography (STE) and to analyse its prognostic value for catheter ablation results.

Materials and methods. Two-dimensional transthoracic echocardiography with speckle tracking was used to assess the functional state of the LA. For detailed assessment, the LA volume index, LA ejection fraction, and LA strain indicators (reservoir, conduit, and contractile deformation) were measured. Reference values were taken from the HUNT study published in 2023 [17]. Between June and December 2024, 24 patients treated for AF at Amosov NICVS were evaluated at the preoperative stage. The mean LA volume was 81.2 ± 22.0 ml, the mean LA ejection fraction was 49.2 ± 12.9 %, and the LA volume index (LAVI) was 40.0 ± 10.3 ml/m². The mean values of reservoir, conduit, and contractile functions were: LASr 23.0 ± 10.2 %, LAScd -13.8 ± 5.5 %, and LASct -9.2 ± 6.1 %, respectively.

Results. In the study group, the reservoir, conduit, and contractile functions of the LA were lower than the reference values reported in the HUNT study. The mean follow-up period was 4.9 months, and the relapse rate was 16.7 % (4 patients).

Conclusions. Assessment of the functional state of the LA using speckle tracking echocardiography may serve as an alternative diagnostic method to predict long-term outcomes after catheter ablation for AF.

Keywords: *echocardiography, speckle tracking, strains, reservoir function, conduit function, contractile function.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 07.04.2025

Після доопрацювання / Revised: 24.04.2025

Прийнято до друку / Accepted: 25.05.2025