

**В.І. Павлюк<sup>1</sup>, О.А. Мишаківський<sup>1</sup>, М.В. Войцехівська<sup>1</sup>, О.Й. Жарінов<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Львівська обласна клінічна лікарня<sup>2</sup> Національний університет охорони здоров'я України імені П.Л. Шупика, Київ

## Індекс продуктивності – новий підхід до оцінювання систоличної функції лівого шлуночка

**Мета роботи** – розробити новий підхід до оцінювання систоличної функції лівого шлуночка (ЛШ) – індекс продуктивності систоличної функції ЛШ; перевірити кореляцію цього індексу з фракцією викиду лівого шлуночка (ФВЛШ), визначеною за стандартним планіметричним методом Сімпсона.

**Матеріали і методи.** У дослідження залучено 121 пацієнта. Кожному пацієнту спочатку визначали ФВЛШ методом Сімпсона, після цього визначали часовий інтеграл швидкості у вихідному тракті лівого шлуночка (ЧІШ у ВТЛШ) і швидкість руху (ШР) міокарда в чотирьох відділах ЛШ. Оцінювали кореляцію цих показників з ФВЛШ та на підставі покрової множинної регресії розробили гібридний індекс продуктивності систоличної функції ЛШ.

**Результати та обговорення.** Показники швидкості руху міокарда в чотирьох відділах ЛШ, її усередненого значення і часового інтегралу швидкості у ВТЛШ не лише засвідчили високий рівень кореляції з ФВЛШ, а й були її незалежними предикторами при багатофакторному аналізі. Виведена гібридна формула « $0,7 \times \text{Сума ШР} + \text{ЧІШ у ВТЛШ}$ » дає змогу отримати індекс продуктивності систоличної функції ЛШ. Виявлено добру кореляцію нового індексу з ФВЛШ, визначеною методом Сімпсона (тау Кендала 0,818;  $p < 0,00001$ ).

**Висновки.** Запропоновано новий індекс для оцінювання систоличної функції ЛШ, який дає змогу з меншими затратами часу достовірно оцінювати стан систоличної функції ЛШ при різних патологіях міокарда.

**Ключові слова:** систолична функція лівого шлуночка, фракція викиду, індекс продуктивності.

**Посилання:** Павлюк В.І., Мишаківський О.А., Войцехівська М.В., Жарінов О.Й. Індекс продуктивності – новий підхід до оцінювання систоличної функції лівого шлуночка. *Кардіохірургія та інтервенційна кардіологія*. 2022. № 1–2. С. 38–46.

**To cite this article:** Pavliuk VI, Myshakivsky OA, Voytsekhivska MV, Zharinov OJ. Performance index – a new approach to the assessment of left ventricular systolic function. *Cardiac Surgery and Interventional Cardiology*. 2022;1–2 (36):38-46 (in Ukr.).

С тупінь систоличної дисфункції лівого шлуночка (ЛШ) є потужним предиктором клінічних наслідків при широкому діапазоні серцевих захворювань, зокрема при ішемічній хворобі серця (ІХС), кардіоміопатії, клапанних захворюваннях серця, а також вроджених вадах серця [6]. Тому протокол кожного ехокардіографічного дослідження обов'язково передбачає оцінювання глобальної та регіональної систоличної функції ЛШ [3, 10, 13]. Найпоширенішими ехокардіографічними параметрами для оцінювання глобальної систоличної функції ЛШ є фракція викиду лівого шлуночка (ФВЛШ) [3, 15], ударний об'єм

ЛШ (або його еквівалент – часовий інтеграл швидкості у вихідному тракті ЛШ (ЧІШ у ВТЛШ) [11, 17], швидкість руху (ШР) міокарда, яку визначають за допомогою тканинної доплерографії [4, 6]. Останнім часом поширеним (переважно в наукових дослідженнях) стало оцінювання деформації та швидкості деформації ЛШ [7, 8, 17, 20]. Кожен із цих параметрів має свої переваги й недоліки, причому недоліками щодо визначення ФВЛШ часто є складність і витрати часу. Крім того, нерідко отримані результати суттєво відрізняються, коли методику застосовують в одного пацієнта різні лікарі, або коли той самий

лікар застосовує її повторно в того самого пацієнта [3, 6]. У підсумку, в клінічній практиці для оцінювання глобальної систолічної функції ЛШ переважно застосовують параметр ФВЛШ, яку досвідчені спеціалісти з ехокардіографічної діагностики визначають «на око» (візуально) [6].

Робоча гіпотеза авторів полягала в тому, що урахування двох різних параметрів (ЧІШ у ВТЛШ і ШР міокарда в чотирьох відділах ЛШ) дозволить розробити доступний і точний індекс для оцінювання систолічної функції ЛШ.

Отриманий показник систолічної функції ЛШ ми позначили як індекс продуктивності. Для перевірки кореляції нового індексу з ФВЛШ, визначеною стандартним планіметричним методом Сімпсона, ми провели дослідження, в яке залучили пацієнтів із різноманітною патологією серця, а також пацієнтів із практично здоровим серцем.

**Мета роботи** – розробити новий підхід до оцінювання систолічної функції лівого шлуночка – індекс продуктивності систолічної функції

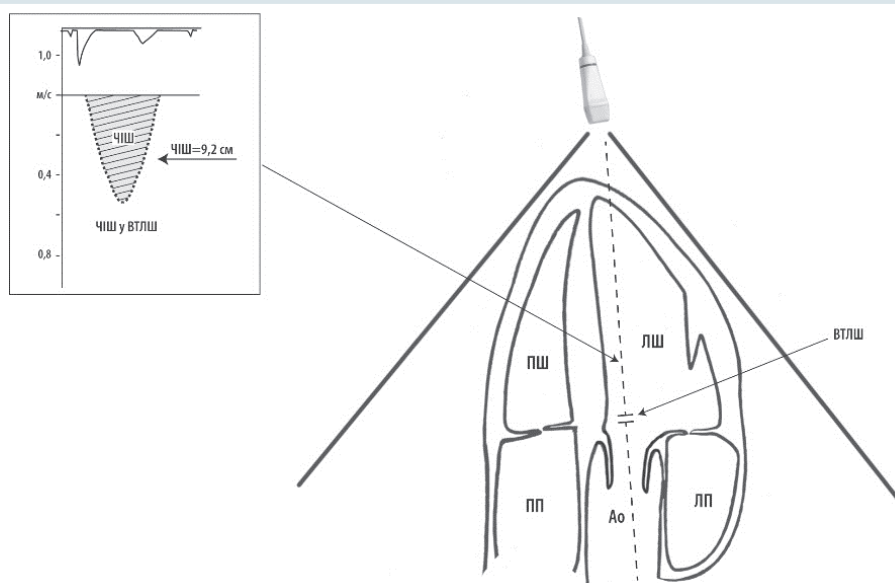


Рис. 1. Реєстрація спектральної кривої систолічного потоку у вихідному тракті ЛШ методом імпульсно-хвильової доплерографії. ЧІШ – площа кривої

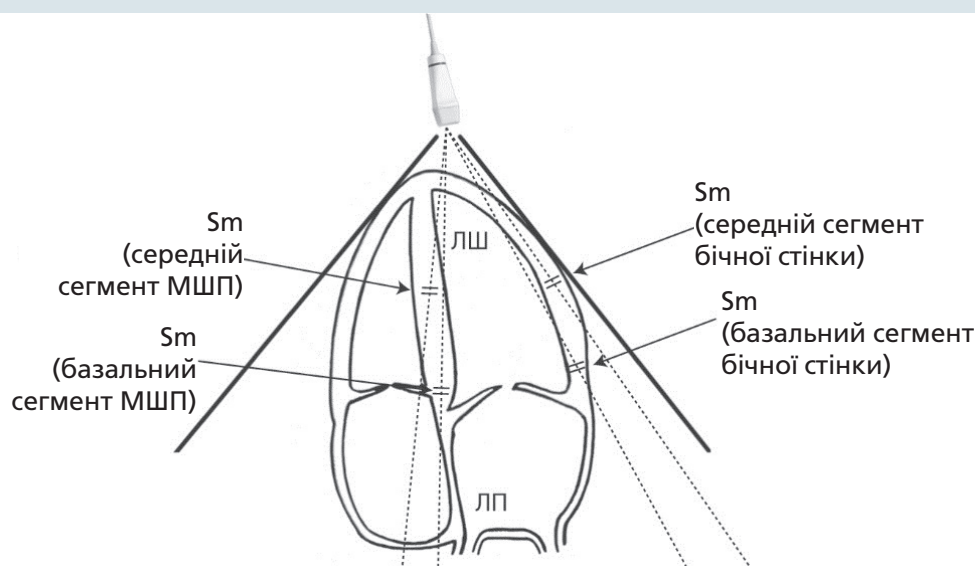
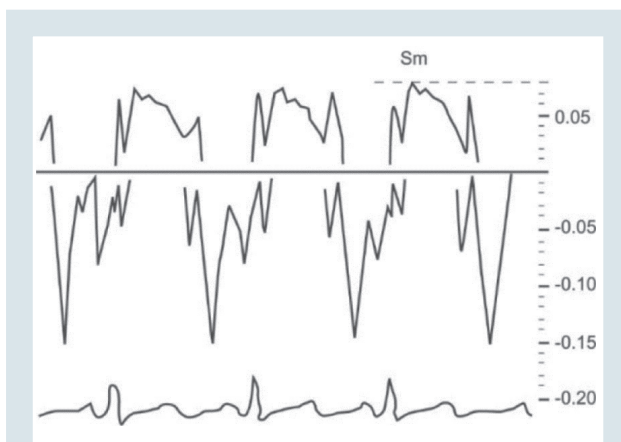


Рис. 2. Встановлення пробного об'єму тканинного доплера в чотирьох відділах ЛШ (верхівкове чотирикамерне зображення)



**Рис. 3. Схематичне зображення кривої, отриманої при застосуванні імпульсно-хвильової тканинної доплерографії. Sm – пікова систолічна швидкість руху міокарда ЛШ**

лівого шлуночка; перевірити кореляцію цього індексу з фракцією викиду лівого шлуночка, визначеною за стандартним планіметричним методом Сімпсона.

## Матеріали і методи

Дослідження виконували на ультразвуковому апараті Philips IE33 у кабінеті функціональної діагностики кардіохірургічного відділення Львівської обласної клінічної лікарні. У дослідження загалом залучили 121 пацієнта, які послідовно проходили ехокардіографічне дослідження. Критеріями незалучення в дослідження були відсутність адекватного ультразвукового вікна для якісної візуалізації серця, тяжка мітральна

недостатність, критичний аортальний стеноз, а також фібриляція передсердь. Крім того, не залучали пацієнтів з ІХС, в яких спостерігали дискінез сегмента(ів) ЛШ. Кожному з обстежених спочатку визначали ФВЛШ методом Сімпсона, після цього визначали ЧШ у ВТЛШ (рис. 1) і ШР міокарда в чотирьох відділах ЛШ (базальний відділ бічної стінки ЛШ, середній відділ бічної стінки ЛШ, базальний відділ міжшлуночкової перегородки (МШП) і середній відділ МШП) (рис. 2, 3).

Із загальної групи залучених пацієнтів 91 пацієнт становив основну групу, на підставі аналізу якої розробляли модель оцінювання систолічної функції ЛШ з використанням нового методу. Крім того, послідовно обстежили 30 пацієнтів для перевірки цієї моделі. Клініко-демографічну характеристику досліджуваних груп наведено в табл. 1.

Статистичне опрацювання матеріалу здійснювали за допомогою програмного пакета Statistica for Windows 6.0 (StatSoft, США). Параметричні характеристики подавали як медіану (мінімум – максимум) у зв'язку з їхнім негаусівським розподілом у частині випадків (перевірка за допомогою критерію Шапіро – Вілка). З цієї ж причини для визначення залежності ФВЛШ від оцінюваних параметрів застосовували критерій рангової кореляції тау Кендала. Для розроблення багатофакторної моделі проводили аналіз методом покрокової (forward stepwise) множинної регресії [2]. На другому етапі аналізу з допомогою аналізу ROC-кривих розраховували порогові точки для рангового ряду зниження ФВЛШ [18] (пакет програм NCSS–PASS).

**Таблиця 1**  
**Клініко-демографічна характеристика досліджуваних груп пацієнтів**

Показник	Основна група (n = 91)	Група контролю (n = 30)	Усього
Чоловіки	49 (53,85 %)	24 (80,00 %)	73 (60,33 %)
Жінки	42 (46,15 %)	6 (20,00 %)	48 (39,67 %)
Вік, роки, медіана (мін.–макс.) [25–75 %]	46 (20–71) [38–58]	58 (25–76) [47–67]	49 (20–76) [39–62]
<b>Діагноз</b>			
ІХС з перенесеним ІМ	8 (8,79 %)	3 (10,00 %)	11 (9,09 %)
ІХС без ІМ в анамнезі	11 (12,09 %)	6 (20,00 %)	17 (14,05 %)
Кардіоміопатії	23 (25,27 %)	4 (13,33 %)	27 (22,31 %)
Гіпертонічна хвороба	14 (15,38 %)	5 (16,67 %)	19 (15,70 %)
Вади серця	22 (24,18 %)	10 (33,33 %)	32 (26,45 %)
Практично здорові	13 (14,29 %)	2 (6,67 %)	15 (12,40 %)

ІМ – інфаркт міокарда.

Таблиця 2

Оцінювані ехокардіографічні параметри в групах обстежених, медіана (нижній – верхній квартилі)

Показник	Основна група (n = 91)	Група контролю (n = 30)	Усього
ФВЛШ	45,0 (35,0–58,0)	39,0 (28,0–48,0)	43,0 (34,0–57,0)
ШР МШП у БВ	6,90 (5,70–8,20)	5,90 (5,40–7,30)	6,70 (5,50–7,90)
ШР МШП у СВ	6,30 (5,10–7,40)	5,50 (4,70–7,20)	6,10 (5,10–7,20)
ШР БС у БВ	7,80 (5,90–10,00)	6,50 (5,90–8,30)	7,50 (5,90–9,70)
ШР БС у СВ	6,70 (5,50–7,70)	6,25 (5,10–7,60)	6,60 (5,50–7,60)
Сума ШР	27,90 (22,60–33,30)	25,35 (21,20–28,70)	27,60 (22,40–32,10)
Середня ШР	6,98 (5,65–8,33)	6,34 (5,30–7,18)	6,93 (5,60–8,03)
ЧШ у ВТЛШ	16,00 (14,00–19,80)	15,60 (12,30–16,90)	16,00 (13,50–19,00)

БВ – базальний відділ; СВ – середній відділ; БС – бічна стінка ЛШ; сума ШР – сума чотирьох показників швидкості руху міокарда.

## Результати та обговорення

У табл. 2 наведено медіани параметрів, отриманих у пацієнтів основної і контрольної груп. Виявлено сильну пряму кореляцію всіх оцінюваних показників з ФВЛШ ( $p < 0,00001$ ) (табл. 3). З метою спрощення подальшого аналізу і зменшення випадкових технічних похибок, окрім вимірювання ШР стінок у чотирьох відділах ЛШ (рис. 3), розраховували їхнє середнє значення. Наголосимо, що середня ШР навіть ліпше корелювала з ФВЛШ, ніж локальні виміри. Це дало підстави залучити в багатофакторний аналіз як незалежні змінні саме середню ШР і ЧШ у ВТЛШ. Результати регресійного аналізу наведено в табл. 4.

Таким чином, рівняння регресії описує понад 90 % дисперсії ФВЛШ, яку з високою вірогідністю можна подати як функцію від оцінюваних характеристик:

$$\text{ФВЛШ} = 4,5 \times (\text{Сума ШР}/4) + 1,7 \times \text{ЧШ у ВТЛШ} - 16.$$

Оскільки нашим завданням було не розрахувати в інший спосіб ФВЛШ, а розробити індекс для її орієнтовної оцінки, прості математичні інструменти (зокрема спрощення рівняння шляхом видалення константи регресії та заокру-

Таблиця 3

Кореляція оцінюваних показників з фракцією викиду лівого шлуночка в основній групі (n = 91)

Показник	Tau Kendall	p
ШР МШП у БВ	0,6332	< 0,00001
ШР МШП у СВ	0,4990	< 0,00001
ШР БС у БВ	0,6888	< 0,00001
ШР БС у СВ	0,6351	< 0,00001
Середня ШР	0,7141	< 0,00001
ЧШ у ВТЛШ	0,6494	< 0,00001

гнення коефіцієнтів) дозволили отримати новий комплексний показник для оцінювання систолічної функції ЛШ, який би узгоджувався з ФВЛШ:  $0,7 \times \text{Сума ШР} + \text{ЧШ у ВТЛШ}$ .

У цій групі пацієнтів такий показник становив 18,03–54,61, медіана – 35,42, нижній – верхній квартилі – 30,61–43,9. Він засвідчив ще вищу кореляцію з ФВ, ніж його складові: тау Кендала 0,818 ( $p < 0,00001$ ) (рис. 4).

Кореляцію зазначеного індексу з ФВЛШ було перевірено в групі контролю (30 пацієнтів). Отримано таке його значення: медіана –

Таблиця 4

Результат регресії для залежної змінної фракції викиду лівого шлуночка ( $R = 0,9544$ ;  $R^2 = 0,9110$ ; кориговане  $R^2 = 0,9089$ ;  $F(2,88) = 450,18$ ;  $p < 0,00001$ )

Показник	Стандартизований коефіцієнт $\beta$	Стандартна похибка $\beta$	Коефіцієнт b	Стандартна похибка b	p
Константа			-15,8241	2,0894	< 0,00001
Сума ШР/4	0,5096	0,0445	4,4863	0,3918	< 0,00001
ЧШ у ВТЛШ	0,5258	0,0445	1,6974	0,1437	< 0,00001

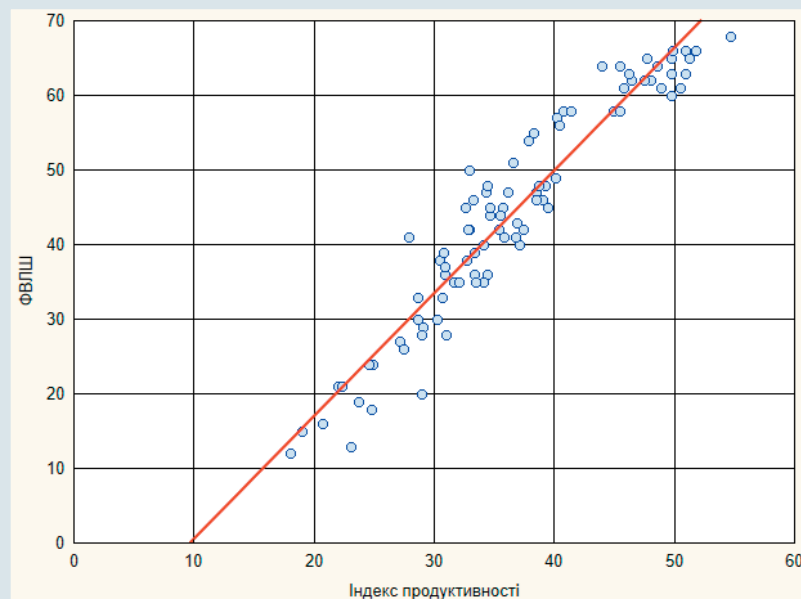


Рис. 4. Кореляція отриманого індексу з фракцією викиду лівого шлуночка в основній групі пацієнтів

31,91, мінімум – 19,31, максимум – 51,07, нижній – верхній кuartилі – 27,8–37,41. Коефіцієнт рангової кореляції Кендала з ФВЛШ становив 0,8515 ( $p < 0,00001$ ) (рис. 5), що свідчить про добру відтворюваність моделі.

На наступному етапі роботи ми спробували визначити порогові значення розробленого індексу, які б відповідали загальноприйнятій градації ступеня зниження ФВЛШ. Оскільки

ступінь кореляції індексу з ФВЛШ в обох групах був подібним, для досягнення більшої статистичної сили вибірки аналіз на цьому етапі ми проводили, об'єднавши групи. З допомогою визначення точок з найвищою сумою чутливості та специфічності на кривих ROC для відповідних градацій ФВЛШ [1] було встановлено порогові рівні для індексу продуктивності (табл. 5).

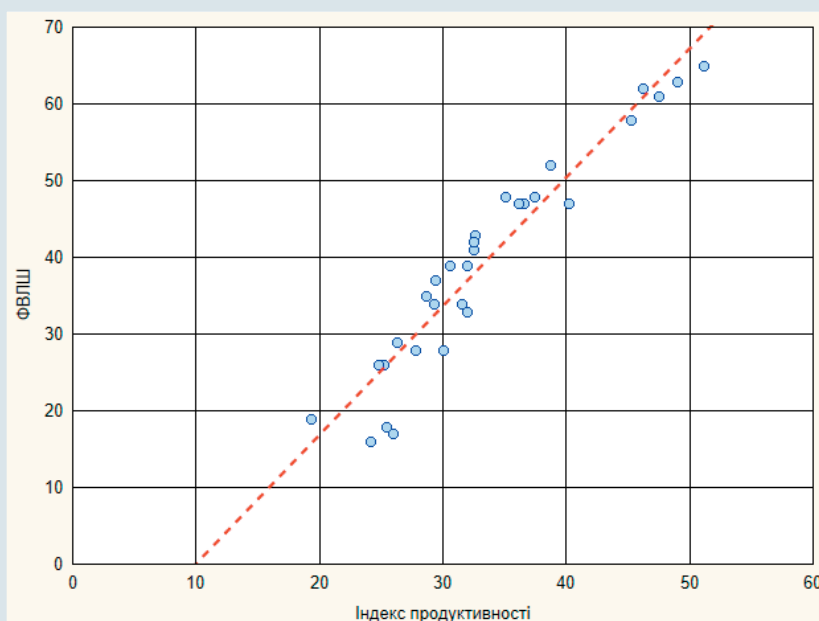


Рис. 5. Перевірка кореляції розробленого індексу з фракцією викиду лівого шлуночка в незалежній групі пацієнтів ( $n = 30$ )

Таблиця 5

## Порогові значення індексу продуктивності для ступенів зниження фракції викиду лівого шлуночка

Значення індексу	Порогові рівні ФВЛШ		Чутливість	Специфічність	ВП+
	≤ 30 %	> 30 %			
≤ 30	25	5	92,59 %	94,68 %	17,41
> 30	2	89			
	≤ 40 %	> 40 %	95,92 %	87,50 %	7,67
≤ 34	47	9			
> 34	4	61			
	< 50 %	≥ 50 %	94,32 %	96,97 %	14,93
≤ 39	68	3			
> 39	16	34			

ВП+ – відношення правдоподібності позитивного результату.

Як видно, рівень відношення правдоподібності цілком достатній для прийняття оціночного рішення. Точність такої градації для передбачення ФВЛШ представлена в *табл. 6*. Загальна точність становила 80,17 %, похибки в бік «заниження» ФВЛШ – 11,57 %, у бік «завищення» ФВЛШ – 9,09 %.

У цьому дослідженні ми перевірили гіпотезу про те, що новий гібридний індекс оцінювання систолічної функції ЛШ буде добре корелювати з найбільш поширеним параметром оцінювання систолічної функції ЛШ – фракцією викиду, визначеною методом дисків (Сімпсона). Хоча метод Сімпсона рекомендовано в чинних настановах як універсальний інструмент оцінювання систолічної функції ЛШ, він має окремі, але суттєві для клінічної практики недоліки. Для визначення ФВЛШ цим методом необхідно отримати зображення серця у двох ортогональних проєкціях: верхівковій чотирикамерній і верхівковій двокамерній. Причому з кожного підходу зображення треба отримати в кінці систоли і в кінці діастоли. Отже, необхідно чотири рази обвести

порожнину ЛШ по краю ендокарда, і тоді програмне забезпечення апарата автоматично вираховує ФВЛШ. Приблизно в половини пацієнтів не вдається чітко візуалізувати лінію ендокарда [3]. Крім того, кожне наступне обведення порожнини ЛШ збільшує похибку вимірювання. Тому, коли в протоколі дослідження пишуть, що визначена методом Сімпсона ФВЛШ становить 52 %, істинний рівень ФВЛШ може насправді становити від 45 до 59 %, а похибка вимірювання може сягати 7 % [6]. Отже, основними недоліками методу Сімпсона є істотна варіабельність отриманих результатів і немалі затрати часу для визначення ФВЛШ [3, 15], у нашій практиці – не менше 4 хв.

Існує альтернативний метод визначення ФВЛШ – так званий доплерографічний [1, 9, 16]. При цьому методі ударний об'єм ЛШ визначають за допомогою імпульсно-хвильової доплерографії, а кінцеводіастолічний об'єм ЛШ – з кінцеводіастолічного розміру ЛШ (за формулою Тейхольца). Вказаний метод має суттєві переваги порівняно з методом Сімпсона: технічно його виконати простіше, вимірювання забирає менше

Таблиця 6

## Загальна інформативність рангованого індексу для оцінювання ступенів зниження фракції викиду лівого шлуночка

Значення індексу	ФВЛШ ≤ 30 %	ФВЛШ 30–40 %	ФВЛШ 41–49 %	ФВЛШ ≥ 50 %	Усього
≤ 30	25 (83,33 %)	4 (13,33 %)	1 (3,33 %)	0	30
30–34	2 (11,11 %)	16 (59,26 %)	8 (29,63 %)	0	27
34–39	0	4 (14,29 %)	23 (82,14 %)	1 (3,57 %)	28
> 39	0	0	5 (13,51 %)	32 (86,49 %)	37
Усього	27	24	37	33	121

часу і варіабельність отриманих результатів є нижчою, ніж при застосуванні методу Сімпсона. У підгрупі пацієнтів із суттєвою мітральною недостатністю великий об'єм крові скидається назад у ліве передсердя, і тому в них доплерографічний метод дає змогу оцінити «ефективну» фракцію викиду ЛШ. Певним обмеженням вказаного методу є коливання ударного об'єму в пацієнтів з порушеннями серцевого ритму, насамперед – з фібриляцією передсердь.

У сучасних рекомендаціях існують два альтернативні підходи до систематизації показників ФВЛШ. В Європейських і Американських настановах з діагностики, лікування та класифікації серцевої недостатності пропонують таку класифікацію ФВЛШ:  $\leq 40\%$  – знижена ФВЛШ, 41–49 % – помірно знижена ФВЛШ,  $\geq 50\%$  – збережена ФВЛШ [5, 12]. Крім того, американські експерти запропонували термін «відновленої» ФВЛШ. Про поліпшення ФВЛШ говорять тоді, коли в пацієнта із серцевою недостатністю вихідна ФВЛШ була  $\leq 40\%$ , але вона зросла від вихідного рівня на  $\geq 10\%$ , при цьому під час другого обстеження ФВЛШ перевищує 40 %. Водночас у настановах з ехокардіографії [15] використовують іншу градацію ФВЛШ: різко знижена ФВЛШ – менше 30 %, зниження ФВЛШ середнього ступеня – від 30 до 40 %, помірно знижена ФВЛШ – від 40 до 55 %, нормальна ФВЛШ – понад 55 %.

Зазначимо, що при лікуванні пацієнта із серцевою недостатністю ФВЛШ може збільшуватися, однак зазвичай приріст ФВЛШ рідко перевищує 5–10 %. Сумнівно, щоб поліпшення ФВЛШ у межах 5 % можна було впевнено виявити при застосуванні методу Сімпсона. Тому є сенс у пошуку точніших і простіших методів оцінювання систолічної функції ЛШ [3].

Останнім часом досить багато уваги присвячено методиці оцінювання деформації міокарда (strain) [6–8, 14]. Ця методика з'явилася приблизно 20 років тому. Однак, незважаючи на величезну кількість публікацій, присвячених цій проблемі, залишається багато невирішених питань. Основною проблемою є значна варіабельність результатів при використанні різних ультразвукових систем. По суті, порівнювати можна лише показники, отримані на апараті одного й того ж виробника [14]. Також досі немає однастайності щодо меж нормальних показників. Тому малоімовірно, щоб принаймні найближчим часом цей метод став базисним для оцінювання систолічної функції ЛШ.

Наголосимо, що останнім часом відновилися дискусії щодо значення оцінювання ФВЛШ в пацієнтів із серцевою недостатністю [5, 12].

З'являється дедалі більше доказів того, що сучасні засоби лікування серцевої недостатності (насамперед медикаментозні) можуть бути ефективними, незалежно від вихідної ФВЛШ. Отже, якщо цю тенденцію додати до недоліків визначення ФВЛШ методом Сімпсона, безумовно, існує потреба в розробленні нових, простих і точних методів оцінювання систолічної функції ЛШ, які б давали змогу виявляти в динаміці навіть невеликі позитивні зміни.

Суттєвими перевагами таких параметрів, як ЧІШ у ВТЛШ [19] і ШР міокарда [4, 6], є те, що технічно їх визначати досить просто, це не забирає багато часу і не вимагає великого технічного досвіду [6]. Ще одна дуже цінна перевага – низький показник варіабельності, коли ці параметри визначаються різними лікарями, або повторно одним лікарем у одного й того ж пацієнта [15]. Розроблена в нашому дослідженні формула « $0,7 \times \text{Сума ШР} + \text{ЧІШ у ВТЛШ}$ » дає змогу отримати індекс продуктивності систолічної функції ЛШ. Цей індекс враховує не лише ЧІШ у ВТЛШ, який є відображенням ударного об'єму ЛШ, а й швидкість скорочення міокарда (у 4 відділах ЛШ), продукуючи ударний об'єм. Є немало клінічних ситуацій, коли ударний об'єм ЛШ залишається відносно нормальним, але швидкість скорочення міокарда знижується [3]. Тому запропонований індекс дає змогу рано виявляти в динаміці погіршення систолічної функції ЛШ. У нашому дослідженні середній час для отримання цього індексу становив 2 хв, отже, він придатний для рутинного клінічного застосування.

Наше дослідження засвідчило, що в пацієнтів з різко зниженою ФВЛШ (менше 30 %) індекс продуктивності з високою ймовірністю становитиме  $< 30$ , у пацієнтів зі зниженою ФВЛШ ( $\leq 40\%$ ) індекс продуктивності з високою ймовірністю становитиме  $< 34$ . А в пацієнтів з ФВЛШ понад 50 % індекс буде з високою ймовірністю перевищувати 39.

Запропонований метод має певні обмеження в пацієнтів з тяжкою мітральною недостатністю, критичним аортальним стенозом, а також фібриляцією передсердь. У пацієнтів з тяжкою мітральною недостатністю значний об'єм крові повертається в ліве передсердя, що суттєво впливає на ЧІШ у ВТЛШ. У пацієнтів з критичним аортальним стенозом спочатку може зменшуватися ШР міокарда і лише на пізніх стадіях знижується ударний об'єм ЛШ. Можна припустити, що в пацієнтів з фібриляцією передсердь застосування методу може вимагати усереднення ЧІШ у ВТЛШ із 3–4 циклів. Але цей аспект потребує окремої перевірки.

## Висновки

Таким чином, розроблений індекс продуктивності – простий і доступний показник систолічної функції лівого шлуночка. Отримання цього індексу не потребує багато часу і є технічно простим. Індекс добре корелює з фракцією викиду лівого

шлуночка, визначеною стандартним планіметричним методом. За допомогою цього індексу можна легко стежити за змінами в динаміці систолічної функції лівого шлуночка. Запропонована формула розрахунку цього індексу дозволяє поліпшити оцінювання систолічної функції лівого шлуночка в пацієнтів з хворобами серця.

*Конфлікту інтересів немає.*

*Участь авторів: проєкт дослідження – В.П.; збір матеріалу – В.П., О.М., М.В.; огляд літератури – М.В.; написання статті – В.П., О.М.; редагування, критичний огляд статті – О.Ж.*

## Література

1. Павлюк В.І., Жарінов О.Й., Чубучний В.М. та ін. Новий метод ехокардіографічної оцінки фракції викиду та обґрунтування застосування каптоприлу у хворих з гострим інфарктом міокарда. *Укр. кардіол. журн.* 1997. № 4. С. 8–10.
2. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва: МедиаСфера, 2002. 312 с. <https://www.twirpx.com/file/1440496/>
3. Armstrong WF, Ryan T. Feigenbaum's Echocardiography. Wolters Kluwer, 2019. 771 p.
4. Aurigemma GP. Quantitative evaluation of left ventricular structure, wall stress and systolic function. In Otto CM (ed): *The Practice of Clinical Echocardiography*. 5th ed. Philadelphia: Elsevier, 2017. pp 107–127.
5. Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, et al. Universal definition and classification of heart failure. A report of the heart failure society of America, hart failure association of the European society of cardiology, Japanese heart failure society and writing committee of the universal definition of heart failure. *J Cardiac Fail.* 2021;27(4):387–413. DOI:10.1002/ejhf.2115
6. Chandra S, Skali H, Blankstein R. Novel techniques for assessment of left ventricular systolic function. *Heart Fail Rev.* 2011;16(4):327–37. DOI: 10.1007/s10741-010-9219-x.
7. Claus P, Omar AMS, Pedrizzetti G, Sengupta PP, Nagel E. Tissue tracking technology for assessing cardiac mechanics: principles, normal values, and clinical applications. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2015;8(12):1444–60. DOI:10.1016/j.jcmg.2015.11.001.
8. Collier P, Phelan D, Klein A. A test in context: myocardial strain measured by speckle-tracking echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(8):1043–56. DOI:10.1016/j.jacc.2016.12.012.
9. Dumesnil J, Dion D, Yvorchuk K, et al. A new, simple and accurate method for determining ejection fraction by Doppler echocardiography. *Can J Cardiol.* 1995;11(11):1007–14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8542542/>.
10. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J Am Soc Echocardiogr.* 2015;28(1):1–39. DOI:10.1016/j.echo.2014.10.003.
11. Marwick TH. Methods used for the assessment of LV systolic function: common currency or tower of Babel? *Heart.* 2013;99(15):1078–86. DOI:10.1136/heartjnl-2012-303433.
12. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J.* 2021;42(36):3599–726. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab670>.
13. Mor-Avi V, Lang RM, Badano LP, et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2011;24(3):77–313. DOI:10.1093/ejehocardi/jer021.
14. Nicolosi GL. The strain and strain rate imaging paradox in echocardiography: overabundant literature in the last two decades but still uncertain clinical utility in an individual case. *Arch Med Sci Atheroscler Dis.* 2020;26(5):e297–e305. doi:10.5114/amsad.2020.103032.
15. Otto CM. *Textbook of clinical echocardiography*. Elsevier, 2018. 575 p.
16. Palmieri V, Manganelli F, Russo C, et al. Accuracy and feasibility of simplified Doppler-based left ventricular ejection fraction. *Am J Cardiol.* 2013;112(6):889–94. DOI:10.1016/j.amjcard.2013.05.019.
17. Potter E, Marwick TH. Assessment of left ventricular function by echocardiography: The Case for Routinely Adding Global Longitudinal Strain to Ejection Fraction. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2018;11(2 Pt 1):260–74. <https://doi.org/10.1016/j.jcmg.2017.11.017>
18. Riffenburgh R. *Statistics in Medicine*. 3rd ed. Academic Press, 2012. 744 p.
19. Tan C, Rubenson D, Srivastava A, et al. Left ventricular outflow tract velocity time integral outperforms ejection fraction and Doppler-derived cardiac output for predicting outcomes in a select advanced heart failure cohort. *Cardiovasc Ultrasound.* 2017;15(1):18. doi:10.1186/s12947-017-0109-4.
20. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popovic ZB, Marwick TH. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(2):185–91. doi:10.1016/j.echo.2012.10.008.



**V.I. Pavliuk, O.A. Myshakivsky, M.V. Voytsekhivska, O.J. Zharinov**<sup>1</sup> Lviv Regional Clinical Hospital, Lviv, Ukraine<sup>2</sup> Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine**Performance index – a new approach to the assessment of left ventricular systolic function**

**The aim** – to develop a new approach to the assessment of LV systolic function – LV systolic performance index. To check correlation of this index with left ventricular ejection fraction determined by standard Simpson planimetric method.

**Materials and methods.** A total of 121 patients were included into the study. We first determined left ventricular ejection fraction by Simpson method for each patient included in the study, and then determined VTI in the LVOT and myocardial motion velocity in four LV parts. We evaluated the correlation of these indices with left ventricular ejection fraction and derived a hybrid index of LV systolic function performance based on stepwise multiple regression.

**Results and discussion.** The myocardial velocity in four LV parts, its averaged value and velocity time integral in LVOT not only showed a high level of correlation with left ventricular ejection fraction, but appeared also its independent predictors in multivariate analysis. The hybrid formula « $0.7 \times \text{Sum of MV} + \text{VTI}$ » derived in our study provides an index of LV systolic function performance. A good correlation of the new index with left ventricular ejection fraction determined by Simpson (Kendall's tau 0.818;  $p < 0.00001$ ) was revealed.

**Conclusions.** We proposed a new index of LV systolic function estimation and showed that it allows reliable estimation of LV systolic function in various myocardial pathologies with less time.

**Key words:** LV systolic function, ejection fraction, performance index.