

## Ехокардіографічне кількісне оцінювання камер серця у дорослих

### Практичні рекомендації Асоціації серцево-судинних хірургів України та Українського товариства кардіологів

Робоча група: Лазоришинець В. В.<sup>1</sup>, Коваленко В. М.<sup>2</sup>, Поташев С. В.<sup>1</sup>, Федьків С. В.<sup>1</sup>, Руденко А. В.<sup>1</sup>, Вітовський Р. М.<sup>1</sup>, Сичов О. С.<sup>2</sup>, Руденко С. А.<sup>1</sup>, Іванів Ю. А.<sup>3</sup>, Крикунов О. А.<sup>1</sup>, Мазур О. А.<sup>1</sup>, Груб'як Л. М.<sup>1</sup>, Руснак А. О.<sup>1</sup>, Осовська Н. Ю.<sup>4</sup>, Деяк С. І.<sup>2</sup>, Верич Н. М.<sup>1</sup>, Бешляга В. М.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

<sup>2</sup>ДУ ННЦ «Інститут кардіології імені М. Д. Стражеска НАМН України», м. Київ, Україна

<sup>3</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, м. Львів, Україна

<sup>4</sup>Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова, м. Вінниця, Україна

<sup>5</sup>КНП «Олександрівська клінічна лікарня м. Києва», м. Київ, Україна

**Резюме.** Швидкий розвиток медичних технологій протягом останнього десятиріччя, а також зміни в практичній ехокардіографії внаслідок цього розвитку призвели до потреби в оновленні попередніх рекомендацій «Кількісне ехокардіографічне оцінювання порожнин серця Проект рекомендацій робочої групи з функціональної діагностики Асоціації кардіологів України та Всеукраїнської громадської організації «Асоціація фахівців з ехокардіографії» (2011), що і було метою цієї публікації Робочої групи Асоціації серцево-судинних хірургів України та Українського товариства кардіологів.

У цьому документі наведено сучасні доказові дані нормальних значень кількісних вимірів усіх порожнин серця, включаючи доступні дані з тривимірної ехокардіографії та деформації міокарда (стрейну), які ґрунтуються на значній кількості досліджень здорових суб'єктів за даними багатьох баз даних. Крім того, цей документ робить спробу позбутися кількох невеликих суперечливостей, наявних у попередніх рекомендаціях від 2011 року.

Документ містить основні рекомендації, реферативні межі та описання методів вимірів у малюнках і таблицях.

**Ключові слова:** ехокардіографія, дорослі, трансторакальна ЕхоКГ, функція шлуночка, кількісне оцінювання, реферативні значення.

Цей документ ґрунтується на основі «Оновлених рекомендацій з кількісного ехокардіографічного оцінювання порожнин серця у дорослих Американського товариства ехокардіографії та Європейської асоціації серцево-судинної візуалізації (Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging, 2015), що підготовлено в українській версії та викладено в скороченому друкованому варіанті.

Повна версія практичних рекомендацій «Ехокардіографічне кількісне оцінювання камер серця у дорослих: оновлені рекомендації» викладена на офіційному сайті <https://amosovinstitute.org.ua> «Національного інституту серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» в електронному вигляді.

#### Зміст

#### I. Лівий шлуночок

1. Виміри розмірів ЛШ	97
1.1. Лінійні виміри	97
1.2. Волюмометричні виміри	97
1.3. Референтні межі норми для 2DE	97
1.4. Референтні межі норми для 3DE	97
2. Глобальна систолічна функція ЛШ	99
2.1. Фракція викиду	99
2.2. Глобальний поздовжній стрейн (GLS)	99
2.3. Референтні межі норми	100
3. Регіональна функція ЛШ	100
3.1. Сегментарний розподіл ЛШ	100

3.2. Візуальне оцінювання	102
3.3. Регіональний рух стінок при гострому інфаркті та ішемії	102
3.4. Порушення регіональної рухливості за відсутності ІХС	102
3.5. Кількісне оцінювання регіональної рухливості за допомогою доплера та СТЕ	103
4. Маса ЛШ	104

#### II. Правий шлуночок

5. Загальні рекомендації з кількісного оцінювання ПШ	105
6. Есенціальні вікна та зрізи візуалізації	105

7. Виміри ПШ	105	9.1. Загальні положення щодо розмірів ЛП	111
7.1. Лінійні виміри	105	9.2. Лінійні виміри та площа ЛП	111
7.2. Волюметричні виміри	105	9.3. Виміри об'єму ЛП	112
8. Систолічна функція ПШ	105	9.4. Нормальні реферативні значення вимірів ЛП	112
8.1. ІФМ ПШ (RIMP)	105	10. Виміри ПП	112
8.2. TAPSE	110	<b>IV. Кільце та корінь аорти</b>	<b>113</b>
8.3. ФЗП ПШ у В-режимі	110	11. Аортальне кільце	113
8.4. Систолічна швидкість латерального трикуспідального кільця за даними ТД S'	110	12. Корінь Ао	114
8.5. Деформація (стрейн) та швидкість деформації (стрейнрейт) ПШ	110	13. Ідентифікація дилатації кореня Ао	114
8.6. ФВ ПШ у 3D	110	<b>V. Нижня порожниста вена</b>	<b>115</b>
<b>III. Ліве та праве передсердя</b>	<b>111</b>	Список використаних джерел	116
9. Виміри ЛП	111		

Кількісне оцінювання розмірів та функції камер серця є наріжним каменем серцевої візуалізації, а ехокардіографія (ЕхоКГ) сьогодні найчастіше використовується як неінвазивний метод візуалізації. Стандартизація методології, що застосовується для кількісного оцінювання камер серця підтримується створенням та розповсюдженням офіційних рекомендацій.

В останнє Рекомендації з кількісного оцінювання камер серця в Україні публікувалися в 2011 році [1, 2]. З того часу технології ЕхоКГ продовжували розвиватися, зокрема в напрямку імплементації тривимірної ЕхоКГ в режимі реального часу (3DE) та візуалізації деформації міокарда. Цей документ становить собою оновлення раніше опублікованих рекомендацій, а також нові рекомендації та референтні межі норми з корекцією невеликих суперечливостей, що були виявлені в попередніх рекомендаціях, з урахуванням сучасних світових доказових даних на основі Рекомендацій з кількісного оцінювання камер серця Американського товариства з ЕхоКГ (ASE) та Європейської асоціації серцево-судинної візуалізації (EACVI) [9]. Наведені референтні межі нормальних значень вимірів включають дані для 3DE та деформації міокарда, якщо вони доступні з доказових світових даних.

Щодо деталей та специфічних зрізів, що рекомендовані для оптимальних кількісних вимірів, звертайтеся до відповідних Рекомендацій з черезстравохідної ехокардіографії (ЧСЕхоКГ) [3, 8].

Всі виміри, описані в цьому документі слід виконувати повторно в більш, ніж одному кардіальному циклі для запобігання варіабельності вимірів від циклу до циклу. Робоча група рекомендує визначення середнього значення вимірів з трьох циклів у пацієнтів із синусовим ритмом та щонайменше з п'яти циклів у пацієнтів з фібриляцією передсердь (ФП) при виконанні наукових досліджень. Оскільки робоча група визнає, що імплементація такого підходу є надзвичайно ємною за часом, використання фактичних репрезентативних циклів в умовах рутинної клінічної практики є прийнятним.

## I. Лівий шлуночок

### 1. Виміри розмірів ЛШ

Найбільш широко використовуваними параметрами для описання порожнини лівого шлуночка (ЛШ) є його лінійні внутрішні розміри та об'єми. Виміри зазвичай виконують наприкінці діастолу та систолу. Їх також використовують для розрахунків параметрів глобальної функції ЛШ. Для коректного порівняння цих розмірів в окремих індивідів виміри камер мають бути індексовані до площі поверхні тіла (ППТ).

**1.1. Лінійні виміри.** Переваги та недоліки окремих методів лінійних вимірів наведені в таблиці 1.

**1.2. Волюметричні виміри.** Переваги та недоліки окремих методів визначення об'ємів ЛШ наведені в таблиці 1.

**1.3. Референтні межі норми для 2DE.** Наведені дані референтних меж норми вимірів ЛШ у В-режимі (2DE) були отримані з даних семи баз даних, включаючи Asklepios (рік 0 та рік 10), Flemengho, CARDIA5 та CARDIA25, Padua 3D Echo Normal, а також Normal Reference Ranges for Echocardiography study (Нормальні референтні значення для ЕхоКГ) [9] для визначення референтних значень у здорових суб'єктів для ЛШ та лівого передсердя (ЛП) (див. розділ 10). У таблиці 2 наведено нормальні значення для ЕхоКГ-параметрів у В-режимі щодо морфології, розмірів і функції ЛШ залежно від статі.

**1.4. Референтні межі норми для 3DE.** Результати декількох досліджень нормальних референтних меж для 3D-ЕхоКГ (3DE) у здорових нормотензивних суб'єктів були опубліковані, а узагальнені дані цих значень наведені в таблиці 3. На основі зважених середніх даних трьох досліджень [7, 9] 3DE об'єми ЛШ були більшими порівняно з даними 2DE, а відповідні верхні межі норми для кінцево-діастолічного об'єму (КДО) ЛШ становили 79 мл/м<sup>2</sup> для чоловіків та 71 мл/м<sup>2</sup> для жінок, а кінцево-систолічного об'єму (КСО) ЛШ – 32 мл/м<sup>2</sup> для чоловіків та 28 мл/м<sup>2</sup> для жінок.

**Рекомендації.** Розміри ЛШ слід рутинно оцінювати за даними 2DE шляхом розрахунку об'ємів ЛШ

Таблиця 1

Рекомендації щодо ЕхоКГ оцінювання розмірів та функції ЛШ

Параметр та метод	Техніка	Переваги	Недоліки
Внутрішні лінійні розміри ЛШ слід отримувати в PLAX перпендикулярно довгій осі ЛШ на рівні кінчиків стулок МК. Електронні каліпери слід розташовувати на рівні між міокардіальною стінкою та порожниною шлуночка, не чіпляючи стінки до межі перикарда.	М-режим	<ul style="list-style-type: none"> <li>Відтворюваність</li> <li>Висока часова роздільна здатність</li> <li>Багато доказових даних</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Орієнтація курсора частіше неперпендикулярно довгій осі ЛШ</li> <li>Одновимірний розрахунок, що є репрезентативним тільки при нормальній геометрії ЛШ</li> </ul>
	Лінійні виміри в В-режимі	<ul style="list-style-type: none"> <li>Забезпечує орієнтацію перпендикулярно до довгої осі ЛШ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Менша частота оновлення кадрів порівняно з М-режимом</li> <li>Одновимірний розрахунок, що є репрезентативним тільки при нормальній геометрії ЛШ</li> </ul>
Об'єми. Визначення об'ємів зазвичай ґрунтується на обведенні межі між міокардом та порожниною ЛШ в апікальних 4-камерній (А4С) та 2-камерній (А2С) позиціях. На рівні мітрального кільця контур закривається прямим відрізком, що поєднує протилежні сегменти мітрального кільця. Довжина ЛШ визначається як відстань між серединою цього прямого відрізка та найбільш віддаленою точкою контуру в ділянці верхівки ЛШ.	Метод біпланової сумації дисків	<ul style="list-style-type: none"> <li>Враховує порушення контуру порожнини ЛШ</li> <li>Менше геометричних припущень порівняно з лінійними вимірами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Часте укорочення верхівкової частини порожнини ЛШ</li> <li>Випадіння ендокардіальних сигналів</li> <li>Не «помічає» порушень контурів порожнини, що не вдається візуалізувати в А4С та А2С</li> </ul>
	Площа – довжина	<ul style="list-style-type: none"> <li>Часткова корекція порушень контуру порожнини ЛШ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Часте укорочення верхівкової частини порожнини ЛШ</li> <li>Повністю ґрунтується на геометричних припущеннях</li> <li>Обмежена кількість доказових даних у здоровій популяції</li> </ul>
	Підсилення меж ендокарду	<ul style="list-style-type: none"> <li>Допомагає у пацієнтів із субоптимальним акустичним вікном</li> <li>Надає результати об'ємів ЛШ, ближчих до даних МРТ серця</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ті самі обмеження, що й у неконтрастних методик у В-режимі</li> <li>Акустичні тіні в базальних сегментах ЛШ при надмірному контрастуванні</li> </ul>
Глобальний поздовжній стрейн (GLS). Пікове значення поздовжнього спекл-трекінгу в В-режимі з розрахунком деформації (стрейну) 2D (%).	3D програмне обчислювання	<ul style="list-style-type: none"> <li>Немає геометричних припущень</li> <li>Не впливає «зрізана» верхівка</li> <li>Більш точне та відтворюване порівняно з іншими засобами візуалізації</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нижча часова роздільна здатність</li> <li>Замало опублікованих даних щодо нормальних реферативних меж</li> <li>Залежить від якості зображення</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Кут-незалежний</li> <li>Доведена прогностична значущість</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Залежність від програмного забезпечення виробника</li> </ul>

Таблиця 2

Нормальні значення ЕхоКГ-параметрів розмірів і функції ЛШ у В-режимі залежно від статі

Параметр	Чоловіки		Жінки	
	Середнє ± SD	Інтервал 2-SD	Середнє ± SD	Інтервал 2-SD
Внутрішні розміри ЛШ				
КДР ЛШ (мм)	50,2 ± 4,1	42,0–58,4	45,0 ± 3,6	37,8–52,2
КСР ЛШ (мм)	32,4 ± 3,7	25,0–39,8	28,2 ± 3,3	21,6–34,8
Об'єми ЛШ (біплановий метод)				
КДО ЛШ (мл)	106 ± 22	62–150	76 ± 15	46–106
КСО ЛШ (мл)	41 ± 10	21–61	28 ± 7	14–42
Об'єми ЛШ, індексовані до ППТ				
іКДО ЛШ (мл/м <sup>2</sup> )	54 ± 10	34–74	45 ± 8	29–61
іКСО ЛШ (мл/м <sup>2</sup> )	21 ± 5	11–31	16 ± 4	8–24
ФВ ЛШ (%), біплановий метод)	62 ± 5	52–72	64 ± 5	54–74

Таблиця 3

Нормальні значення вимірів ЛШ за даними 3DE

Показник	Aune et al. (2010)	Fukuda et al. (2012)	Chahal et al. (2012)	Muraru et al. (2013)
Кількість обстежених	166	410	978	226
Етнічний склад популяції	Скандинави	Японці	51 % білих європейців, 49 % азіатських індійців	Білі європейці
іКДО ЛШ (мл/м <sup>2</sup> )				
Чоловіки, середнє (НМН – ВМН)	66 (46–86)	50 (26–74)	Білі: 49 (31–67); Індійці: 41 (23–59)	63 (41–85)
Жінки, середнє (НМН – ВМН)	58 (42–74)	46 (28–64)	Білі: 42 (26–58); Індійці: 39 (23–55)	56 (40–78)
іКСО ЛШ (мл/м <sup>2</sup> )				
Чоловіки, середнє (НМН – ВМН)	29 (17–41)	19 (9–29)	Білі: 19 (9–29); Індійці: 16 (6–26)	24 (14–34)
Жінки, середнє (НМН – ВМН)	23 (13–33)	17 (9–25)	Білі: 16 (8–24); Індійці: 15 (7–23)	20 (12–28)
EF (%)				
Чоловіки, середнє (НМН – ВМН)	57 (49–65)	61 (53–69)	Білі: 61 (49–73); Індійці: 62 (52–72)	62 (54–70)
Жінки, середнє (НМН – ВМН)	61 (49–73)	63 (55–71)	Білі: 62 (52–72); Індійці: 62 (52–72)	65 (57–73)

Примітка. іКДО – індекс КДО ЛШ; іКСО – індекс КСО ЛШ; НМН – нижня межа норми; ВМН – верхня межа норми. Модифіковано за Bhave та співавт. [14]. НМН та ВМН визначаються як середнє  $\pm$  2SD.

біплановим методом сумації дисків за Симпсоном. В ЕхоКГ-кабінетах, оснащених необхідним для використання 3DE рекомендовано вимірювання та винесення у висновок тривимірних розрахунків об'ємів ЛШ. При винесенні у висновок лінійних вимірів ЛШ рекомендовано застосування В-режиму. Розміри та об'єми ЛШ слід індексувати до ППТ. Для загальної популяції індексовані нормальні верхні межі норми у В-режимі становлять для КДО ЛШ – 74 мл/м<sup>2</sup> для чоловіків та 61 мл/м<sup>2</sup> для жінок, а КСО ЛШ 31 мл/м<sup>2</sup> для чоловіків та 24 мл/м<sup>2</sup> для жінок.

## 2. Глобальна систолічна функція ЛШ

Глобальна функція ЛШ зазвичай оцінюється шляхом виміру співвідношення різниці між кінцево-діастолічним та кінцево-систолічним параметрами ЛШ до кінцево-діастолічного значення в М-, В-режимах або під час 3DE.

**2.1. Фракція викиду.** Фракція викиду (ФВ) розраховується за даними КДО та КСО за формулою:

$$ФВ = (КДО - КСО) / КДО.$$

Об'єми ЛШ можуть бути розраховані за даними 2DE або 3DE, як було описано вище (див. розділ 1.2). Біплановий метод дисків (модифікована формула Симпсона) на сьогодні є еталонним рекомендованим методом для оцінювання ФВ ЛШ у В-режимі за даними всіх існуючих світових консенсусів. У таблиці 4 наведені нормальні межі та межі ступенів погіршення ФВ ЛШ та об'єму ЛП за даними 2DE. У пацієнтів з доброю якістю зображення визначення ФВ ЛШ за даними 3DE також вважається точним та відтворюваним, тому його слід використовувати там, де ця методика є доступною [1, 2, 10, 11].

**2.2. Глобальний поздовжній стрейн (GLS).** Стрейн (деформація) Лагранжа визначається як зміна довжини об'єкта в певному напрямку відносно його висхідної довжини:

$$\text{Стрейн (\%)} = (L_t - L_0) / L_0,$$

де  $L_t$  є довжина через час  $t$ , а  $L_0$  є висхідна довжина об'єкту в час 0. Найчастіше рутинно використовуваним виміром для оцінювання глобальної систолічної

Таблиця 4

Нормальні межі та межі ступенів погіршення ФВ ЛШ та об'єму ЛП за даними 2DE

Показник	Чоловіки				Жінки			
	Нормальні межі	Легке порушення	Помірне порушення	Тяжке порушення	Нормальні межі	Легке порушення	Помірне порушення	Тяжке порушення
ФВ ЛШ (%)	52–72	41–51	30–40	< 30	54–74	41–53	30–40	< 30
Максимальний ОЛП/ППТ (мл/м <sup>2</sup> )	16–34	35–41	42–48	> 48	16–34	35–41	42–48	> 48

Примітка. ОЛП – об'єм ЛП.

функції ЛШ є визначення глобального поздовжнього стрейну (GLS), що виконується під час проведення спекл-трекінг ЕхоКГ (СТЕ, STE) [1, 4, 9, 10] (див. таблицю 1). Під час 2DE піковий GLS описує відносну зміну довжини міокарда ЛШ в проміжку між кінцем діастолі та кінцем систолі:

$$GLS (\%) = (DMc - DMd) / DMd,$$

де ДМ є кінцево-сistolічною (ДМс) та кінцево-діастолічною (ДМд) довжиною міокарда. Оскільки ДМс є меншою порівняно з ДМд, піковий GLS у нормі має негативне значення. Це негативне значення GLS може призводити до непорозуміння при описанні підвищення або зниження стрейнів. Ми рекомендуємо, щоб усі описання змін стрейну спеціально визначали підвищення або зниження абсолютних скалярних значень стрейнів для запобігання непорозумінням. Деталі загального стандарту для 2D-СТЕ викладені у відповідних нещодавно опублікованих рекомендаціях [4, 13].

**2.3. Референтні межі норми.** Референтні межі норми ФВ ЛШ за даними 2DE були оновлені на основі популяційних досліджень, описаних вище в розділі 1.3. Деталі норми ФВ ЛШ наведені в таблицях 2 та 4. Нормальна середня ФВ ЛШ за біплановим методом дисків становить  $63 \pm 5\%$ , тому в осіб віком понад 20 років значення ФВ ЛШ в інтервалі 53–73% класифікуються як нормальні. Нещодавно були опубліковані нормальні значення ФВ ЛШ у різних етнічних популяціях за даними тривимірної ЕхоКГ (див. таблицю 3).

Нормальні значення GLS залежать від локалізації визначення в межах міокардіальної стінки, виробника програмного забезпечення та його версії, що до сьогодні призводить до суттєвої гетерогенності опублікованих даних [4, 13]. Консенсусом наведених рекомендацій є те, що розбіжності між різними виробниками та програмними пакетами є досі достатньо високими, щоб можна було рекомендувати універсальні нормальні референтні значення та нижні межі норми. GLS є цінним і чутливим інструментом динамічного спостереження при виконанні дослідження на одному й тому самому обладнанні та програмному забезпеченні та за єдиною методологією.

**Рекомендації.** Сistolічна функція ЛШ має рутинно оцінюватися за даними розрахункової ФВ ЛШ під час 2DE або 3DE за оціненими КДО та КСО. Фракція викиду ЛШ < 52% для чоловіків та < 54% для жінок свідчить про сistolічну дисфункцію ЛШ. GLS за даними двовимірної СТЕ виявляється відтворюваною та підходить для рутинного клінічного використання, тому що надає надійні прогностичні дані про сistolічну функцію ЛШ на додаток до ФВ ЛШ при багатьох патологічних станах у кардіології, хоча результати визначення є варіабельними залежно від виробника апаратури та програмного забезпечення.

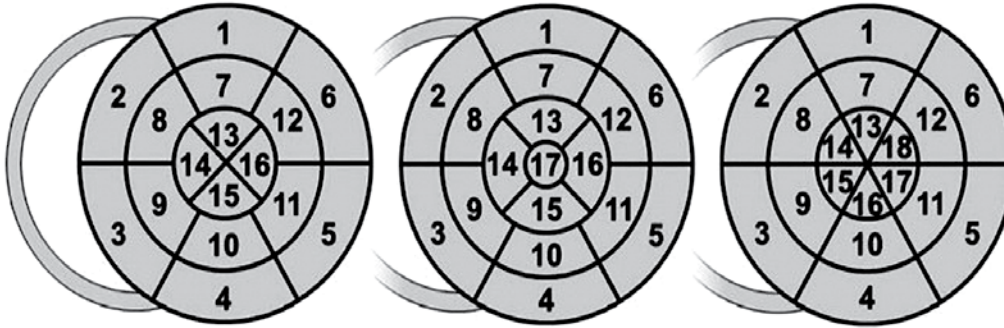
### 3. Регіональна функція ЛШ

**3.1. Сегментарний розподіл ЛШ.** З метою оцінювання регіональної функції ЛШ його поділяють на сегменти. Схеми сегментарного розподілу мають відображати відповідні басейни коронарного кровопостачання, а самі сегменти мають містити порівняну приблизно однакову масу міокарда, що дозволяє відтворюваність та подібне оцінювання за даними ЕхоКГ та інших засобів візуалізації (рисунок 3). Відповідно, найпоширенішою є 17-сегментарна модель ЛШ. Починаючи від переднього сполучення міжшлуночкової перегородки (МШП) та вільної стінки ПШ, проти часової стрілки сегменти позначають як передньоперегородковий, нижньоперегородковий, нижній, нижньобоковий (або задній), передньобоковий (або боковий) та передній. У цій 17-сегментарній моделі верхівка розподіляється на п'ять сегментів, а саме: септальний, нижній, боковий, передній та апікальна «кришка» або «шапка», що визначає ділянку міокарда поза межею з порожниною ЛШ (рисунок 1 та 2) [4, 9, 13]. 17-сегментарну модель можна використовувати в дослідженнях перфузії міокарда або при порівнянні даних різних методів візуалізації, особливо фотонно-емісійної комп'ютерної томографії (КТ), позитронно-емісійної томографії (ПЕТ) та магнітно-резонансної томографії (МРТ) серця. На рисунку 5 наведено схематичне відображення басейнів кровопостачання ЛШ трьома головними коронарними артеріями. При використанні цієї 17-сегментарної моделі для оцінювання рухів стінок ЛШ або регіональних деформацій (стрейнів) сімнадцятий сегмент («апикальна кришка») включати не рекомендовано.

Альтернативні сегментарні схеми ЛШ по-різному оцінюють верхівку ЛШ. 16-сегментарна модель розподіляє верхівку на ті самі чотири сегменти (септальний, нижній, боковий та передній), але без «апикальної кришки» (рисунок 1, ліва схема). 18-сегментарна модель ділить верхівку на шість вищеописаних сегментів подібно до базального та середнього відділів ЛШ (рисунок 1, права схема). Остання модель є простою для розуміння, але, як правило, призводить до певної надмірності оцінювання дистальних сегментів, які важко розподілити та оцінити візуально й напівкількісно.

Усі сегменти можна візуалізувати у В-режимі. У середньому апікальна 2-камерна (А2С) позиція та апікальна позиція по довгій осі ЛШ (А3С) становлять з площиною зрізу апікальної 4-камерної (А4С) позиції кути, відповідно  $53^\circ$  та  $129^\circ$  [4, 9, 13], що дає змогу оцінювати центральний регіон усіх сегментів з апікального доступу незалежно від моделі ЛШ, що використовується. Хоча існує певна варіабельність коронарного кровопостачання, звичайно є усереднена модель відповідності певних сегментів басейнам коронарного кровопостачання трьох основних магістральних коронарних артерій (див. рисунок 3) [1, 9, 10].



**Всі моделі**

- |                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. базальний передній          | 7. серед. передній               |
| 2. баз. передньоперегородковий | 8. серед. передньоперегородковий |
| 3. баз. нижньоперегородковий   | 9. серед. нижньоперегородковий   |
| 4. баз. нижній                 | 10. серед. нижній                |
| 5. баз. нижньобочовий          | 11. серед. нижньобочовий         |
| 6. баз. передньобочовий        | 12. серед. передньобочовий       |

**16- та 17-сегментарні моделі**

- |                      |
|----------------------|
| 13. апік. передній   |
| 14. апік. септальний |
| 15. апік. нижній     |
| 16. апік. боковий    |
- 17-сегм. модель тільки**
- |              |
|--------------|
| 17. верхівка |
|--------------|

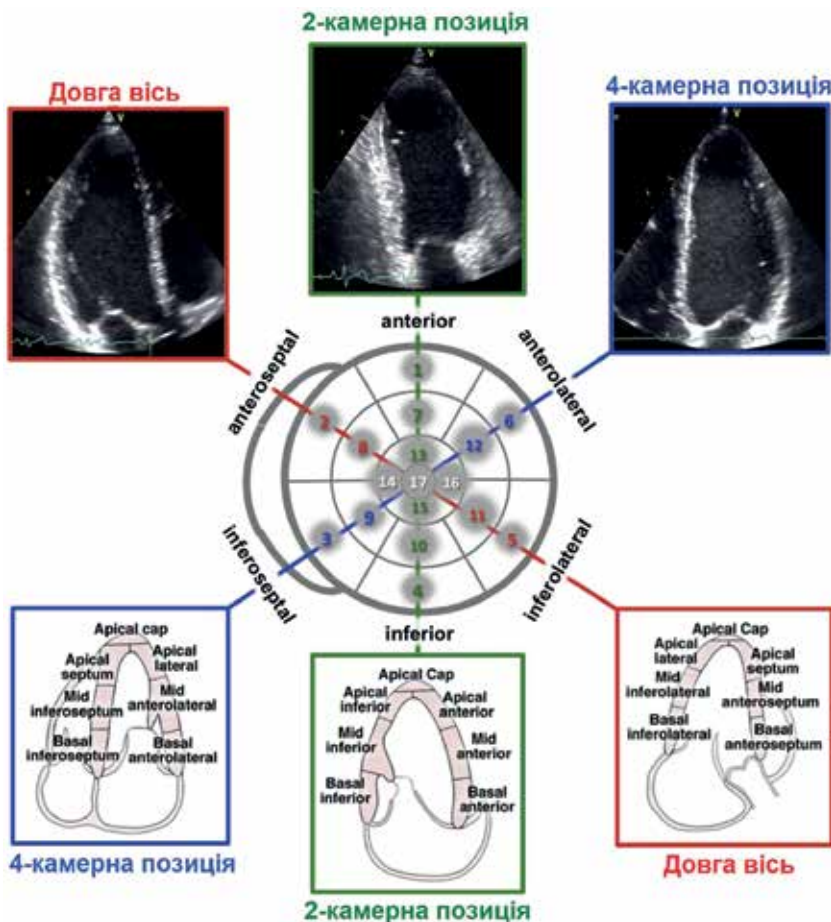
**18-сегм. модель тільки**

- |                                |
|--------------------------------|
| 13. апік. передній             |
| 14. апік. перед.перегородковий |
| 15. апік. ниж.перегородковий   |
| 16. апік. нижній               |
| 17. апік. ниж.боковий          |
| 18. апік. перед.боковий        |

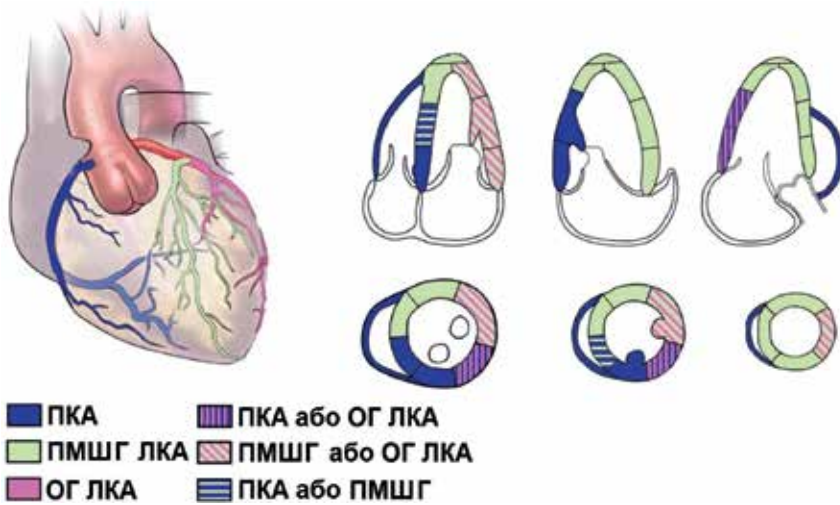
**Альтернативно, стінки також часто визначаються, як:**

3., 9., 15 (для 18-сегм.) : **перегородкові (септальні)**; 5., 11., 17 (для 18-сегм.) : **задні**; 6., 12., 18 (для 18-сегм.) : **бокові**

**Рисунок 1.** Схематична діаграма різних сегментарних моделей ЛШ: 16-сегментарна модель (зліва), 17-сегментарна модель (у центрі) та 18-сегментарна модель (справа) [4, 9]. На всіх діаграмах зовнішнє кільце представляє базальні сегменти, середнє – серединні сегменти на рівні середини папілярних м'язів, а внутрішнє – апікальні сегменти ЛШ. Переднє прикріплення стінки ПШ до ЛШ визначає межу між передньоперегородковим і переднім сегментами. Починаючи з цієї точки, міокард підрозділяється на шість рівних сегментів (по 60°). Апікальний міокард в 16- та 17-сегментарних моделях ділиться на чотири сегменти (по 90°). У 17-сегментарній моделі додатковий сегмент («апікальна шапка») додається в центр «мішені» (модифіковано за Voigt та співавт. [13])



**Рисунок 2.** Орієнтація площин зрізів апікальних позицій: 4-камерної (A4C), 2-камерної (A2C) та позиції по довгій осі (ALX або A3C) відносно до відображення сегментів ЛШ у вигляді «мішені» («bull's eye»). Верхні зображення відображають реальні зображення, а нижні схематично представляють сегменти стінок ЛШ в кожній з позицій. Anteroseptal – передньоперегородковий; anterior – передній; anterolateral – передньобочовий; inferolateral – нижньобочовий; inferior – нижній; inferoseptal – нижньоперегородковий; basal – базальний; mid – серединний; apical cap – «апікальна кришка»



**Рисунок 3.** Типовий розподіл басейнів кровопостачання правої коронарної артерії (ПКА), передньої міжшлуночкової гілки (ПМШГ) лівої коронарної артерії (ЛКА) та огинаючої гілки (ОГ) ЛКА. Типи кровопостачання та басейни можуть бути досить варіабельними, тобто однакові сегменти можуть мати різне кровопостачання у різних пацієнтів

**3.2. Візуальне оцінювання.** Під час ЕхоКГ регіональна міокардіальна функція оцінюється на основі спостережень за потовщенням стінки та рухів ендокардіальної поверхні відповідного сегмента міокарда ЛШ. Оскільки рух сегмента міокарда може бути зумовлений натягненням сусіднього сегмента або загальним зсувом ЛШ, фокусом аналізу має бути регіональна деформація (потовщення, скорочення). Утім, слід визнати, що деформація може бути також пасивною та, відповідно, не завжди точно відображати процес власне скорочення серцевого м'яза.

Рекомендованим є аналіз кожного сегмента індивідуально з різних позицій та зрізів. Кожному сегменту може бути присвоєний відповідний бал напівкількісної шкали для розрахунку індексу локальної скоротливості (ІЛС) стінок ЛШ, що відповідає середньому арифметичному значенню всіх балів тих сегментів, що було візуалізовано. Рекомендованою є така бальна шкала: 1 бал – нормо- або гіперкінез; 2 бали – гіпокінез (зменшене систолічне потовщення); 3 бали – акінез (відсутність або мінімальне потовщення, наприклад рубець); 4 бали – дискінез (систолічне стоншення або розтягнення з парадоксальним систолічним рухом стінки, наприклад аневризма).

Аневризма є морфологічним феноменом, що демонструє фокальну дилатацію та стоншення (ремоделювання) з акінетичною або дискінетичною систолічною деформацією [9]. На відміну від попередніх Рекомендацій [1, 10], ця Робоча група утрималася від надання аневризмі окремого балу під час оцінювання сегментарної скоротливості та при розрахунку ІЛС унаслідок того, що аневризма демонструє саме дискінез та є морфологічним симптомом, який варто описувати у висновку ЕхоКГ-дослідження словами.

**3.3. Регіональний рух стінок при гострому інфаркті та ішемії.** Залежно від регіонального коронарного резерву стрес-ЕхоКГ може виявити значущі ко-

ронарні стенози шляхом індукції порушень локальної скоротливості. Рубцеві зміни міокарда також можуть призводити до регіональної міокардіальної дисфункції різного ступеня тяжкості. ЕхоКГ може переоцінювати або недооцінювати загальний об'єм ішемізованого або інфарктного міокарда залежно від стану та функції сусідніх ділянок міокарда, регіональних умов навантаження та можливого «оглушення» міокарда [6]. Під час стрес-ЕхоКГ візуальне розпізнавання регіональної дисфункції може бути поліпшеним за рахунок синхронізованого паралельного порівняння записів вихідних станів і станів під час різних сходинок навантаження з використанням цифрових технологій [6, 12]. Також багатообіцяючим є використання спекл-трекінг стрес-ЕхоКГ, яка дозволяє краще візуалізувати локальні порушення стрейну (деформації) субендокардіального, найбільш чутливого до ішемії, шару міокарда протягом навантаження у кількісному вираженні [6].

**3.4. Порушення регіональної рухливості за відсутності ІХС.** Регіональні порушення руху стінок ЛШ можуть також розвиватися за відсутності ІХС при різноманітних станах, таких як міокардит, саркоїдоз або різні кардіоміопатії, включаючи стрес-індуковану кардіоміопатію (такоубо). Аномальні патерни руху МШП можуть виникати післяопераційно або за наявності блокади лівої ніжки пучка Гіса або при стимуляції ПШ, а також у разі дисфункції ПШ внаслідок перевантаження ПШ тиском або об'ємом. Крім того, деякі порушення провідності можуть спричинювати регіональні порушення скорочення за відсутності первинної дисфункції міокарда ЛШ. Такі регіональні дисфункції розвиваються внаслідок аномальної послідовності активації міокарда, що викликає гетерогенність умов навантаження та ремоделювання [5]. В ідеалі висновок ЕхоКГ-дослідження має описувати такі порушення та послідовності активації та рухів міокарда. Слід виносити у висновок характерні патерни регіональних рухів міокарда, таких

як септальне відштовхування («маятникоподібний» швидкий рух МШП при констриктивному перикардиті), «клювоподібний» рух МШП при блокаді лівої ніжки пучка Гіса, або латеральний рух верхівки в систолу («гойдання» верхівки) [5].

**3.5. Кількісне оцінювання регіональної рухливості за допомогою доплера та СТЕ.** Ехокардіографіч-

не кількісне оцінювання регіональної міокардіальної функції ЛШ нині ґрунтується на даних тканинної доплерографії (ТД, TDI) або на технологіях СТЕ [4, 6, 13]. Обидві технології забезпечують дані порівняної якості, хоча ТД є менш надійною внаслідок залежності результатів між кутом і напрямком руху міокарда та ультразвуковим променем, що часто призводить до

Таблиця 5

Рекомендації щодо оцінювання ММЛШ

Параметри та методи	ЕхоКГ візуалізація	Переваги	Недоліки
Лінійний метод: <b>Формула Cube:</b> Маса ЛШ = $0,8 \times 1,04 \times [(МШП + ЗСЛШ + КДР)^3 - КДР^3] + 0,6$ г, де МШП – міжшлуночкова перегородка, ЗСЛШ – товщина задньої стінки ЛШ в діастолу. Лінійні виміри ЛШ отримуються з парастерального доступу суворо перпендикулярно довгій осі ЛШ на рівні кінчиків стулок АК. Виміри в М-режимі мають отримуватися по короткій або по довгій осі ЛШ. Всі виміри виконуються наприкінці діастолу.	М-режим	<ul style="list-style-type: none"> <li>Швидкість виконання та поширеність використання</li> <li>Багато опублікованих доказових даних</li> <li>Продемонстровано прогностичну значущість</li> <li>Відносно точний при нормальній геометрії порожнини ЛШ (у т. ч. при системній артеріальній гіпертензії та аортальному стенозі)</li> <li>Просота методу та доречність для скринінгу у великих популяціях</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ґрунтується на припущенні, що ЛШ є продовгуватим еліпсоїдом з приблизним співвідношенням довгої та короткої осей 2 : 1 із симетричним розподілом гіпертрофії</li> <li>Орієнтація променя часто неперпендикулярна довгій осі ЛШ</li> <li>Оскільки лінійні виміри підносяться в куб, навіть мінімальні помилки вимірів діаметра ЛШ або товщини стінок суттєво впливають на точність визначення</li> <li>Переоцінка маси ЛШ</li> <li>Неточний при асиметричній гіпертрофії, дилатації шлуночків та інших захворюваннях з регіональними варіаціями товщини стінок</li> </ul>
<b>Формули в В-режимі.</b> 1) <b>Продовгуватий еліпсоїд</b> 2) <b>Площа–довжина:</b> Середня товщина стінки ЛШ розраховується по короткій осі ЛШ на рівні папілярних м'язів (зелений контур), причому папілярні м'язи (ПМ) вважаються частиною порожнини ЛШ. Маса ЛШ = (Епікардіальний об'єм ЛШ – ендокардіальний об'єм ЛШ).	2D	<ul style="list-style-type: none"> <li>Забезпечує перпендикулярність вимірів довгій осі ЛШ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ґрунтується на тому самому геометричному припущенні, що й виміри в М-режимі.</li> <li>Ті самі обмеження, що й в М-режимі у пацієнтів з аномальною геометрією ЛШ</li> <li>Вплив оптимізації зображення «гармонікою» на розрахунок маси та нормальні значення досі не визначений</li> <li>Нормальні межі є менш доказово визначеними порівняно з вимірами в М-режимі</li> </ul>
<b>Формули в В-режимі.</b> 1) <b>Продовгуватий еліпсоїд</b> 2) <b>Площа–довжина:</b> Середня товщина стінки ЛШ розраховується по короткій осі ЛШ на рівні папілярних м'язів (зелений контур), причому папілярні м'язи (ПМ) вважаються частиною порожнини ЛШ. Маса ЛШ = (Епікардіальний об'єм ЛШ – ендокардіальний об'єм ЛШ).		<ul style="list-style-type: none"> <li>Часткова корекція порушень геометрії контурів порожнини ЛШ</li> <li>Менше залежить від геометричних припущень порівняно з лінійними вимірами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Потребує доброї якості зображення та правильної орієнтації зрізів у SAX (не можна використовувати косі зрізи)</li> <li>Вимагає доброї якості визначення меж ендокарда</li> <li>Обтяжлива та ємна методика</li> <li>Більш висока варіабельність вимірів</li> <li>Мало опублікованих доказових нормативних даних</li> <li>Обмежена кількість прогностичних даних</li> </ul>
Формули у 3D	Запис набору даних у 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пряме визначення без геометричних припущень про контури порожнини ЛШ та розподіл гіпертрофії</li> <li>Більш точні визначення порівняно з вимірами в В-режимі</li> <li>Більша відтворюваність у різних операторів та при повторних вимірах</li> <li>Краще визначає навіть незначну динаміку в одного і того самого пацієнта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нормальні референтні межі менш визначені</li> <li>Залежить від якості зображення</li> <li>Потрібна «співпраця» пацієнта</li> </ul>



недооцінки швидкості руху, якщо рух не є паралельним променю. Параметри, що зазвичай використовуються, включають швидкість, рух, деформацію (стрейн) та швидкість деформації (стрейн-рейт). Унаслідок того, що швидкість та рух вимірюються по відношенню до датчика, на виміри можуть впливати зв'язок сегмента з рухом інших сегментів або загальний рух усього серця загалом. Відповідно, перевагу має визначення параметрів деформації, зокрема стрейну та стрейн-рейту. Найчастіше рутинно визначають поздовжній стрейн під час систоли ЛШ. Подібно до глобального стрейну за даними сучасних програмних технологій виміри регіональної деформації можуть бути досить варіабельними за амплітудою, залежно від досліджуваного регіону міокарда, методології вимірів, виробника програмного забезпечення та визначення пробного об'єму вимірів. Тому ці рекомендації поки що не здатні забезпечити будь-які специфічні нормальні референтні межі, тому що вони ще мають бути визначені консенсусним документом Робочої групи ASE, EACVI та виробників програмного забезпечення зі стандартизації кількісної візуалізації міокардіальної функції [4, 13].

**Рекомендації.** У клінічній практиці використовують різні сегментарні моделі ЛШ. Для оцінювання міокардіальної перфузії за даними ЕхоКГ та інших засобів візуалізації сьогодні рекомендованою є 17-сегментарна модель. 16-сегментарна модель рекомендується для рутинних обстежень з метою оцінювання руху стінок ЛШ, оскільки екскурсія ендокарда та потовщення верхівки є майже непомітними для людського ока. Для оцінювання руху стінок ЛШ кожен сегмент слід оцінювати з усіх можливих вікон та зрізів з при-

своєнням відповідного балу за типом кінетики міокарда: 1 бал – норма- або гіперкінез; 2 бали – гіпокінез (зменшення потовщення та екскурсії ендокарда); 3 – акінез (відсутність або мінімальне потовщення); 4 бали – дискінез (парадоксальний рух, систолічне стоншення або розтягнення). Незважаючи на багатообіцяючі дані, кількісне оцінювання ступеня регіональної деформації ЛШ на цьому етапі поки що не може бути рекомендованим для рутинного використання внаслідок недостатньої кількості доказових даних, субоптимальної відтворюваності та значної варіабельності результатів досліджень залежно від програмного забезпечення різних виробників.

#### 4. Маса ЛШ

Маса міокарда ЛШ (ММЛШ) є важливим фактором ризику та потужним предиктором серцево-судинних подій [1, 4, 9, 10]. Виділяють кілька методів, що дають змогу ефективно розраховувати масу ЛШ за даними М-режиму, В-режиму та 3DE (таблиця 5). З моменту виходу попередніх Рекомендацій з кількісних вимірів порожнин серця в 2011 році [1] рекомендовані нормальні граничні референтні значення ММЛШ на сьогодні лишаються без суттєвих змін (таблиця 6).

Розрахунок відносно товщини стінок (ВТС) ЛШ за формулою  $(2 \times \text{ЗСЛШ}) / \text{КДР ЛШ}$  дозволяє категоризацію підвищення ММЛШ на концентричну (ВТС > 0,42) або ексцентричну (ВТС ≤ 0,42) гіпертрофію ЛШ, а також діагностувати концентричне ремоделювання ЛШ (нормальна ММЛШ при підвищеній ВТС), що є «передгіпертрофією» ЛШ (рисунок 4).



**Рисунок 4.** Типи геометрії ЛШ за ВТС та ММЛШ.

Пацієнти з нормальною ММЛШ можуть мати або нормальну геометрію (ВТС ЛШ ≤ 0,42), або концентричне ремоделювання ЛШ (підвищена ММЛШ при підвищеній ВТС > 0,42). Пацієнти з підвищеною ММЛШ можуть мати або концентричну (ВТС > 0,42), або ексцентричну (ВТС ЛШ ≤ 0,42) гіпертрофію ЛШ. Ці дані ґрунтуються на лінійних вимірах ММЛШ [1, 2]

**Таблиця 6**

Нормальні межі для показників ММЛШ

Показник	Жінки	Чоловіки
Лінійний метод		
Маса міокарда ЛШ (г)	67–162	88–224
<b>ММЛШ/ППТ (г/м<sup>2</sup>)</b>	<b>43–95</b>	<b>49–115</b>
Відносна товщина стінки (ВТС) ЛШ	0,22–0,42	0,24–0,42
<b>Товщина МШП (см)</b>	<b>0,6–0,9</b>	<b>0,6–1,0</b>
<b>Товщина ЗСЛШ (см)</b>	<b>0,6–0,9</b>	<b>0,6–1,0</b>
В-режим		
ММЛШ (г)	66–150	96–200
<b>ММЛШ / ППТ (г/м<sup>2</sup>)</b>	<b>44–88</b>	<b>50–102</b>

Примітка. Жирний шрифт: найбільш валідовані та рекомендовані параметри.

**Рекомендації.** При нормальній геометрії порожнини ЛШ розрахунок ММЛШ є надійним та достовірним за формулами як в М-, так і в В-режимі. Нормальні значення ММЛШ згідно з цими методами лишаються незмінними з періоду виходу попередніх рекомендацій. Розрахунок індексу ММЛШ (іММЛШ) проводиться шляхом індексації до ППТ. **Верхні межі норми нормального іММЛШ за даними лінійних вимірів у М-режимі або В-режимі за методом Penn Convention лишаються  $95 \text{ г/м}^2$  для жінок та  $115 \text{ г/м}^2$  для чоловіків. Верхніми межами норми для іММЛШ за даними вимірів у В-режимі методом «площа-довжина» сьогодні вважаються  $88 \text{ г/м}^2$  для жінок та  $102 \text{ г/м}^2$  для чоловіків.**

## II. Правий шлуночок

Правий шлуночок (ПШ) має унікальний контур півмісяця, що створює значні труднощі для кількісного оцінювання його розмірів та функції. Ця камера серця відіграє значну роль у структурі захворюваності та смертності пацієнтів з ознаками й симптомами кардіальної та легеневої патології. Наступний розділ надає оновлені референтні значення кількісних вимірів та оцінювання функції правих відділів серця відповідно до останніх опублікованих доказових даних.

### 5. Загальні рекомендації з кількісного оцінювання ПШ

Не всі рекомендовані нормативні значення є ідентичними до тих, що були опубліковані в попередніх рекомендаціях [1, 10]. Ґрунтуючись на останніх доказових даних, включених у цей документ, невеликі зміни відбулися в нормативних референтних значеннях розмірів ПШ, швидкості систолічного руху латерального трикуспідального кільця ( $S'$ ) у режимі тканинного доплера (ТД), амплітуди руху латерального трикуспідального кільця (TAPSE) в М-режимі та індексу функції міокарда (ІФМ) ПШ. Нові публікації з моменту опублікування попередніх рекомендацій також призвели до змін референтних значень для об'ємів та ФВ ПШ за даними ЗДЕ. Для читачів важливо розуміти, що більшість запропонованих нормативів не є індексованими до статі, ППТ або зросту, хоча наявні доказові дані і свідчать на користь переваги індексації [9]. У результаті можливо, що у пацієнтів з надмірно малими або великими показниками зросту або ППТ може мати місце хибна класифікація певних параметрів, як патологічних. Тому рекомендовано, щоб лікуючий спеціаліст, що інтерпретує результати ЕхоКГ, враховував габітус пацієнта під час інтерпретації результатів дослідження. Ця потенційна похибка інтерпретації стосується й інших специфічних груп пацієнтів, таких як пацієнти з вродженими вадами серця, спортсмени та інші, для яких не існує спеціальних розроблених нормативів [9].

Рекомендовані методики разом з переліком їх переваг та недоліків наводяться в таблицях 7 та 9, а нові

референтні нормальні межі відповідних параметрів – у таблицях 8 та 10.

### 6. Есенціальні вікна та зрізи візуалізації

Зображення, необхідні для повноцінного оцінювання розмірів, систолічної та діастолічної функції ПШ та тиску в ПШ, забезпечують такі позиції: А4С, А4С з фокусом на ПШ та модифікована А5С позиції (рисунок 7), ліві PLAX та SAX, парастернальна позиція приносного тракту ПШ (ПТПШ) та субкостальні позиції [9]. Рисунок 5 та таблиця 7 показують різні зрізи ПШ та відповідні рекомендації для його вимірів.

### 7. Виміри ПШ

**7.1. Лінійні виміри.** Референтні межі нормальних розмірів ПШ перераховані в таблиці 8. У цілому базальний поперечний кінцево-діастолічний розмір  $> 41 \text{ мм}$  та середній поперечний кінцево-діастолічний розмір  $> 35 \text{ мм}$  в А4С позиції з фокусом на ПШ свідчить про дилатацію ПШ.

**7.2. Волюмометричні виміри.** Тривимірною ЕхоКГ дає змогу проводити виміри об'ємів ПШ (рисунок 6), таким чином долаючи обмеження конвенційного В-режиму щодо орієнтації та референтних точок. Оцінювання КДО, КСО та ФВ ПШ за допомогою ЗДЕ за даними доказових досліджень є досить точним, хоча і може бути технічно складним, особливо у пацієнтів з неоптимальною якістю візуалізації або з тяжким збільшенням ПШ.

**Рекомендації.** Розміри ПШ слід рутинно оцінювати під час ЕхоКГ-дослідження з використанням множинних акустичних вікон, а висновок має включати як якісні, так і кількісні параметри. В ЕхоКГ-лабораторіях, обладнаних для проведення ЗДЕ, рекомендоване визначення об'ємів ПШ в ситуаціях, коли це може бути клінічно важливим. Хоча нормальні межі об'ємів ПШ ще мають бути визначені на більших популяціях, на сьогодні опубліковані дані надають такі нормальні значення індексованих об'ємів ПШ: іКДО –  $87 \text{ мл/м}^2$  для чоловіків та  $74 \text{ мл/м}^2$  для жінок; іКСО, відповідно,  $44 \text{ мл/м}^2$  для чоловіків та  $36 \text{ мл/м}^2$  для жінок (верхня межа відповідних нормальних реферативних меж).

### 8. Систолічна функція ПШ

Систолічну функцію ПШ можна оцінювати, використовуючи багато параметрів (див. таблицю 9), включаючи ІФМ ПШ (RIMP), TAPSE, фракційну зміну площі (ФЗП) ПШ у В-режимі, ФВ ПШ за даними ЗДЕ,  $S'$  та поздовжні стрейн і стрейн-рейт за даними ТД та СТЕ у В-режимі [9]. Фракція викиду ПШ за даними ЗДЕ, очевидно, є більш надійною та відтворюваною при правильній методології оцінювання, та сьогодні постійно збільшується кількість доказових даних, що вже дозволяє забезпечити нормальні референтні межі норми (див. таблицю 10).

**8.1. ІФМ ПШ (RIMP).** Методологія визначення наведена в таблиці 9. RIMP  $> 0,43$  за даними ІХД та  $> 0,54$  за даними ТД свідчать про дисфункцію ПШ.

Таблиця 7

Рекомендації щодо ЕхоКГ-оцінювання розмірів ПШ

ЕхоКГ-візуалізація	Рекомендовані методи	Переваги	Недоліки
<b>Лінійні виміри ПШ (ПТПШ)*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Базальний діаметр ПШ (RVD1) = максимальний поперечний розмір базальної третини приносного тракту ПШ наприкінці діастоли (КДР) в А4С з фокусом на ПШ</li> <li>Середній діаметр ПШ (RVD2) = максимальний поперечний розмір середньої третини ПТПШ, приблизно на «півшляху» між максимальним базальним діаметром та верхівкою на рівні папілярних м'язів наприкінці діастоли</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Легкість отримання</li> <li>Простота</li> <li>Швидкість</li> <li>Багато опублікованих даних</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Можливість недооцінки розмірів ПШ внаслідок неправильної форми порожнини ПШ</li> <li>Результати вимірів ПШ залежать від ротації датчика та різних кутів виведення А4С позиції; для забезпечення порівняння результатів різних обстежень слід зазначати зріз, в якому проводилися виміри</li> </ul>
<b>Лінійні виміри ПШ (ВТПШ)*</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Проксимальний діаметр ВТПШ (RVOT prox) = лінійний розмір від передньої стінки ПШ до базальної МШП в точці септально-аортального з'єднання в PLAX наприкінці діастоли</li> <li>Дистальний діаметр ВТПШ (RVOT distal) = лінійний поперечний розмір, отриманий безпосередньо проксимальніше КЛА наприкінці діастоли</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Легкість отримання</li> <li>Простота</li> <li>Швидкість</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Результат виміру RVOT prox є залежним від зрізу позиції та є менш відтвореним порівняно з RVOT distal</li> <li>Ризик недооцінки або переоцінки у випадку косоного зрізу через ПШ відносно ВТПШ</li> <li>Виміри ВТПШ можуть бути неточними у разі вроджених або набутих деформацій грудної клітки та хребта</li> <li>Визначення ендокарда передньої стінки ПШ часто є неоптимальним</li> <li>Лімітована нормативна доказова база</li> <li>Є регіональним виміром; може не відображати глобального розміру ПШ (недо- або переоцінка)</li> </ul>
<b>Площі ПШ (ПТПШ)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ручне обведення меж ендокарда ПШ від латерального трикуспідального кільця уздовж вільної стінки ПШ до верхівки та назад до медіального трикуспідального кільця уздовж МШП наприкінці діастоли та систоли</li> <li>Трабекуляції, папілярні м'язи та модераторний пучок є частиною порожнини ПШ, тому не обводяться</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Відносна легкість отримання</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Може бути складним у випадку субоптимальної якості зображення вільної стінки ПШ</li> <li>Може бути складним у випадку вираженої трабекулярності</li> <li>Недооцінка розмірів ПШ при штучному укороченні порожнини ПШ (дефект виведення коректної позиції)</li> <li>Може неточно відображати глобальний розмір ПШ (недо- або переоцінка)</li> </ul>
<b>Об'єми ПШ в 3DE RV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прицільне 3D отримання зрізів у декількох циклах з мінімальною глибиною та кутом сектора (для часової роздільності &gt; 20–25 об'ємів/с), що захоплює всю порожнину ПШ</li> <li>Автоматична ідентифікація кінця діастоли та систоли, яку треба верифікувати</li> <li>Міокардіальні трабекули та модераторний пучок мають бути включені в порожнину ПШ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Унікальні виміри глобального розміру ПШ, що включають разом ПТПШ, ВТПШ та апікальну його частину</li> <li>Не залежить від геометричних припущень</li> <li>Методика валідована порівняно з МРТ серця</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Залежить від якості зображення, регулярності ритму та кооперації пацієнта</li> <li>Потребує специфічного обладнання для 3DE та відповідного тренінгу операторів</li> <li>Референтні нормативні значення вимірів наявні в малій кількості публікацій</li> </ul>
<b>Товщина стінки ПШ</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Лінійні виміри товщини стінки ПШ (у М- або В-режимі) наприкінці діастоли під трикуспідальним кільцем на відстані від нього приблизно на довжину передньої стулки ТК, коли вона повністю відкрита та паралельна до вільної стінки ПШ. Трабекули, папілярні м'язи та епікардіальний жир мають бути виключені з вимірів</li> <li>Візуалізація в режимі «zoom» з фокусом на середню частину стінки ПШ та респіраторна затримка можуть покращити визначення межі ендокарда</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Легкість виконання</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вимір лише в одній точці</li> <li>Використання «гармоніки» або косий зріз у М-режимі можуть переоцінити товщину стінки ПШ</li> <li>Важко виміряти у разі потовщення висцерального перикарда</li> <li>Не існує критеріїв визначення аномально тонкої стінки ПШ</li> </ul>

Примітка. \*Усі лінійні виміри виконуються за методом «від внутрішнього краю до внутрішнього краю».

Таблиця 8

Нормальні значення вимірів порожнини ПШ

Параметр	Середнє ± SD	Межі норми
Базальний діаметр ПШ (мм)	33 ± 4	25–41
Середній діаметр ПШ (мм)	27 ± 4	19–35
Поздовжній розмір ПШ (мм)	71 ± 6	59–83
Діаметр ВТПШ в PLAX (мм)	25 ± 2,5	20–30
Проксимальний діаметр ВТПШ (мм)	28 ± 3,5	21–35
Дистальний діаметр ВТПШ (мм)	22 ± 2,5	17–27
Товщина стінки ПШ (мм)	3 ± 1	1–5
КДП ПШ (см <sup>2</sup> )		
Чоловіки	17 ± 3,5	10–24
Жінки	14 ± 3	8–20
іКДП ПШ до ППТ (см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> )		
Чоловіки	8,8 ± 1,9	5–12,6
Жінки	8,0 ± 1,75	4,5–11,5
КСП ПШ (см <sup>2</sup> )		
Чоловіки	9 ± 3	3–15
Жінки	7 ± 2	3–11
іКСП ПШ до ППТ (см <sup>2</sup> /м <sup>2</sup> )		
Чоловіки	4,7 ± 1,35	2,0–7,4
Жінки	4,0 ± 1,2	1,6–6,4
іКДО ПШ до ППТ (мл/м <sup>2</sup> )		
Чоловіки	61 ± 13	35–87
Жінки	53 ± 10,5	32–74
іКСО ПШ до ППТ (мл/м <sup>2</sup> )		
Чоловіки	27 ± 8,5	10–44
Жінки	22 ± 7	8–36

Примітка. КДП – кінцево-діастолічна площа; КСП – кінцево-систолічна площа; ВТПШ – виносний тракт правого шлуночка; PLAX – парастернальна позиція по довгій осі ЛШ

Таблиця 9

Рекомендації щодо ЕхоКГ-оцінювання функції ПШ

ЕхоКГ-візуалізація	Рекомендовані методи	Переваги	Недоліки
<b>Глобальна функція ПШ</b> ІФМ ПШ за даними ІХД	<ul style="list-style-type: none"> <li>ІФМ ПШ (індекс Тея) за даними ІХД</li> <li>ІФМ = (ТСО – ЕТ) / ЕТ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Має прогностичне значення</li> <li>Вплив ЧСС незначний</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вимагає відповідності інтервалів R–R при вимірах часових компонентів у різних кардіальних циклах</li> <li>Є ненадійним при підвищеному тиску в ПП (ЦВТ)</li> </ul>
ІФМ ПШ за даними ТД	<ul style="list-style-type: none"> <li>ІФМ ПШ за даними ТД:</li> <li>ІФМ = (IVRT + IVCT) / ЕТ = (ТСО – ЕТ) / ЕТ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вплив ЧСС незначний</li> <li>Запис в одному серцевому циклі без необхідності зіставлення відповідності інтервалів R–R</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Є ненадійним при підвищеному тиску в ПП (ЦВТ)</li> </ul>
<b>Глобальна систолічна функція ПШ</b> ФЗП	<ul style="list-style-type: none"> <li>ФЗП ПШ в А4С з фокусом на ПШ:</li> <li>ФЗП ПШ (%) = 100 × (КДП – КСП) / КДП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Визначена прогностична цінність</li> <li>Відображає як поздовжній, так і радіальний компоненти скорочення ПШ</li> <li>Корелює з ФВ ПШ за даними МРТ серця</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Не враховує внесок ВТПШ в загальну систолічну функцію ПШ</li> <li>Лише помірна відтворюваність між різними операторами</li> </ul>

## Продовження табл. 9

ЕхоКГ-візуалізація	Рекомендовані методи	Переваги	Недоліки
ФВ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фракційна зміна об'єму ПШ за даними 3DE:</li> <li>• ФВ ПШ (%) = <math>100 \times (\text{КДО} - \text{КСО}) / \text{КДО}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Враховує внесок ВТПШ у загальну систолічну функцію ПШ</li> <li>• Корелює із ФВ ПШ за даними МРТ серця</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Залежить від адекватної якості зображення</li> <li>• Залежить від умов навантаження</li> <li>• Вимагає аналізу в режимі офф-лайн та відповідного тренування</li> <li>• Прогностична значущість до сьогодні не визначена</li> </ul>
<b>Поздовжня систолічна функція ПШ TAPSE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Поздовжня екскурсія трикуспідального кільця в М-режимі (мм) у вигляді амплітуди між кінцево-діастолічною та піковою систолічною позицією</li> <li>• Правильне розташування курсору М-режиму відносно напрямку поздовжньої екскурсії ПШ в апікальній позиції.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Визначена прогностична цінність</li> <li>• Валідована відносно ФВ ПШ за даними радіонуклідних засобів візуалізації</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Залежність від кута</li> <li>• Лише частково репрезентативна відносно глобальної функції ПШ*</li> </ul>
Швидкість хвилі S за даними імпульсно-хвильового ТД	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пікова систолічна швидкість трикуспідального кільця за даними імпульсно-хвильового ТД (см/с), отримана з апікальної позиції в зрізі, що забезпечує паралельність доплерівського курсора до напрямку екскурсії вільної стінки ПШ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Легкість виконання</li> <li>• Відтворюваність</li> <li>• Валідована відносно ФВ ПШ за даними радіонуклідних засобів візуалізації</li> <li>• Визначена прогностична цінність</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Залежність від кута</li> <li>• Лише частково репрезентативна відносно глобальної функції ПШ, особливо після торакотомії, легеневої тромбendarтеректомії або після кардіотрансплантації</li> </ul>
Швидкість хвилі S за даними тканинного ЦДК	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пікова систолічна швидкість трикуспідального кільця за даними кольорового ТД (см/с)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Вимір виконується після отримання зразка запису</li> <li>• Дозволяє виміри в декількох точках протягом одного кардіального циклу</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Залежність від кута</li> <li>• Лише частково репрезентативна відносно глобальної функції ПШ, особливо після торакотомії, легеневої тромбendarтеректомії або після кардіотрансплантації</li> <li>• Нижчі абсолютні нормальні значення та референтні норми порівняно з S' за даними ІХ ТД</li> <li>• Аналіз у режимі офф-лайн</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Пікове значення стрейну за даними СТЕ в В-режимі, усереднене з трьох сегментів вільної стінки ПШ в А4С з фокусом на ПШ (%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Не залежить від кута</li> <li>• Визначена прогностична цінність</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Залежність від програмного забезпечення різних виробників</li> </ul>

*Примітка.* КДП – кінцево-діастолічна площа; КСП – кінцево-систолічна площа; ET – час вигнання; GLS – глобальний поздовжній стрейн; IVCT – час ізовольмічного скорочення; TCO – час від закриття до розкриття ТК; ЦВТ – центральний венозний тиск; ФЗП – фракційна зміна площі; ІФМ – індекс функції міокарда (індекс Тея).

Таблиця 10

Нормальні значення показників функції ПШ

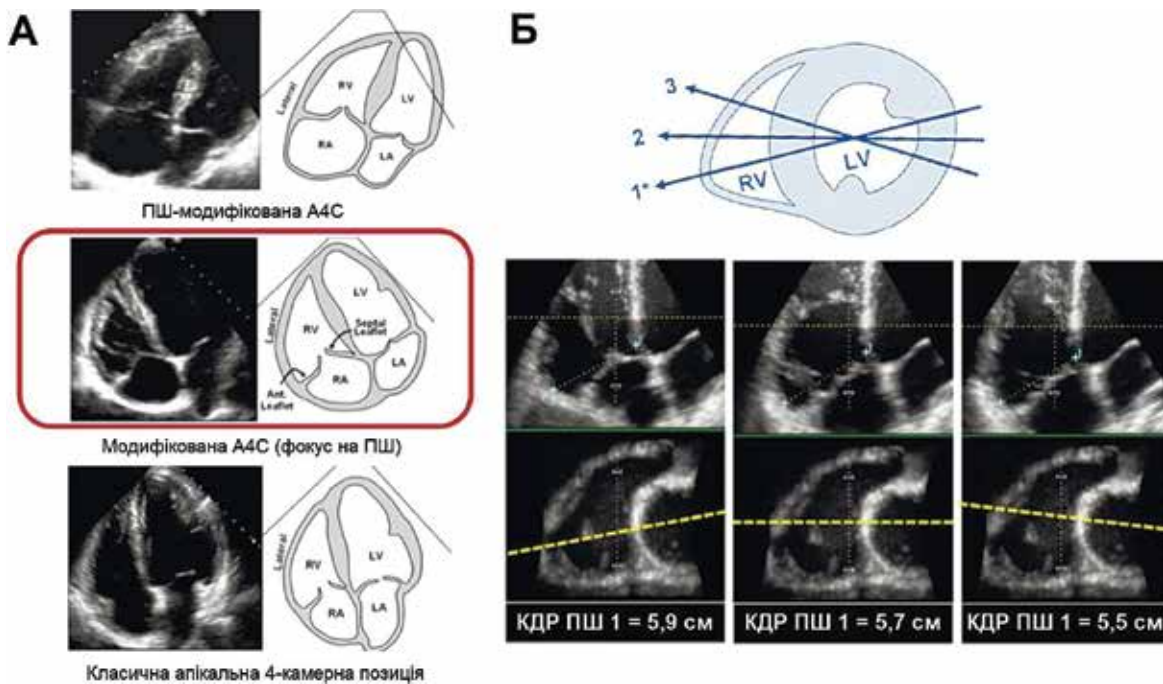
Параметр	Середнє ± SD	Порогова межа норми
TAPSE (мм)	24 ± 3,5	<17
Швидкість S трикуспідального кільця за даними імпульсного TDI (см/с)	14,1 ± 2,3	<9,5
Швидкість S трикуспідального кільця за даними кольорового TDI (см/с)	9,7 ± 1,85	<6,0
ФЗП ПШ (%)	49 ± 7	<35
2D СТЕ вільної стінки ПШ* (%)	-29 ± 4,5	> -20 (< 20 в абсолютних значеннях з негативним знаком)
ФВ ПШ за даними 3DE (%)	58 ± 6,5	<45
ІФМ за даними ІХД	0,26 ± 0,085	> 0,43



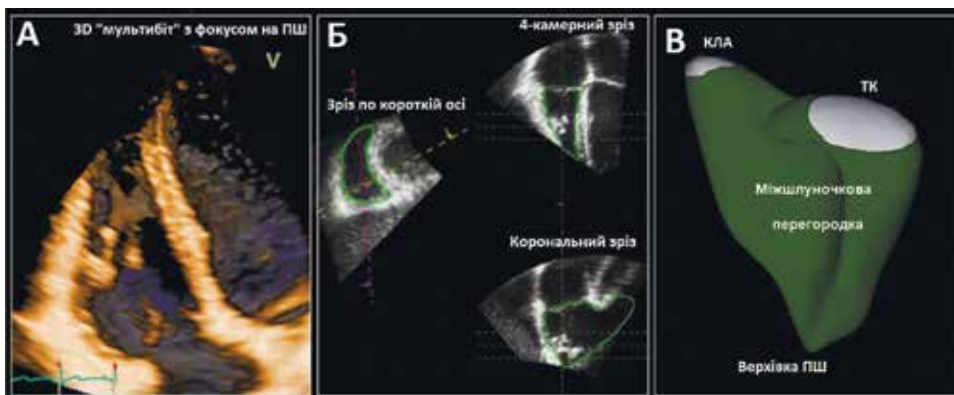
## Продовження табл. 10

Параметр	Середнє $\pm$ SD	Порогова межа норми
ІФМ за даними TDI	0,38 $\pm$ 0,08	> 0,54
DT хвилі Е на ТК (мс)	180 $\pm$ 31	< 119 або > 242
E/A	1,4 $\pm$ 0,3	< 0,8 або > 2,0
e'/a' трикуспідального кільця	1,18 $\pm$ 0,33	< 0,52
e'	14,0 $\pm$ 3,1	< 7,8
E/e'	4,0 $\pm$ 1,0	> 6,0

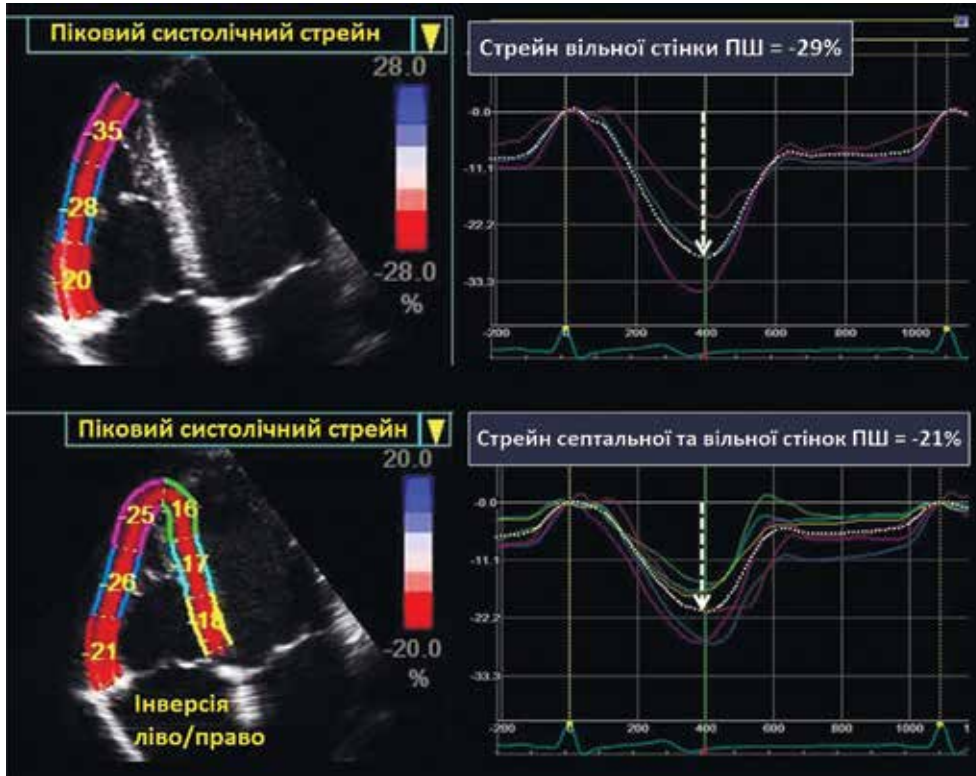
Примітка. \* Доказові дані обмежені. Значення можуть бути варіабельними залежно від виробника та програмного забезпечення.



**Рисунок 5.** Три апікальні зображення, що демонструють різні зрізи ПШ (А). Середнє зображення (червона рамка) демонструє А4С позицію з фокусом на ПШ. Б – обґрунтування для максимізації виміру базального поперечного КДР ПШ у зрізі з фокусом на ПШ. Маніпуляція одними й тими самими зображеннями з набору зображень 3D дає чітко зрозуміти, що мінімальні варіації з А4С позицією (пунктирна лінія) відносно форми півмісяця ПШ може призводити до суттєвої варіабельності отриманих розмірів ПШ під час його лінійних вимірів



**Рисунок 6.** Тривимірний аналіз ПШ: А – набір даних для 3D-реконструкції, отриманий з А4С позиції з фокусом на ПШ шляхом «зшивання» разом субоб'ємів, генерованих з декількох (4–6) послідовних циклів; Б – ендокардіальна поверхня ПШ ідентифікується напівавтоматично після мануальної ініціалізації зрізів ПШ по короткій осі, в А4С позиції та з коронального зрізу наприкінці систоли та діастоли; В – генерація 3D-моделі ПШ дозволяє кількісний розрахунок КДО та КСО, ударного об'єму (УО) та ФВ ПШ



**Рисунок 7.** Визначення систолічного стрейну ПШ за даними СТЕ в В-режимі. Верхня панель демонструє «глобальний» поздовжній стрейн вільної стінки ПШ: розрахунок середнього значення стрейнів трьох сегментів. Нижня панель демонструє «глобальний» поздовжній стрейн шести сегментів з А4С позиції: трьох сегментів вільної стінки та трьох септальних сегментів. Відмітьте, що поздовжній стрейн вільної стінки ПШ є значно вищим порівняно із середнім стрейном септальних сегментів

**8.2. TAPSE.** Показник TAPSE легко отримати (див. таблицю 9). Хоча цей показник переважно відображає поздовжню міокардіальну функцію ПШ, було доведено, що він добре корелює з параметрами, що визначають глобальну систолічну функцію ПШ, такими як ФВ ПШ за даними радіонуклідних методів візуалізації, ФЗП ПШ у В-режимі та ФВ ПШ за даними 2DE. Загалом зниження TAPSE < 17 мм є потужним предиктором систолічної дисфункції ПШ.

**8.3. ФЗП ПШ у В-режимі.** Методологія визначення наведена в таблиці 9. При обведенні контурів площі ПШ в А4С позиції з фокусом на ПШ трабекули мають бути включені в порожнину ПШ. ФЗП ПШ < 35 % свідчить про систолічну дисфункцію ПШ.

**8.4. Систолічна швидкість латерального трикуспідального кільця за даними ТД S': S'** за даними ТД є легко вимірюваним, надійним і відтворюваним параметром, що добре корелює з іншими показниками систолічної функції ПШ. S' < 9,5 см/с свідчить про систолічну дисфункцію ПШ.

**8.5. Деформація (стрейн) та швидкість деформації (стрейн-рейт) ПШ.** Визначення поздовжнього стрейну ПШ слід проводити в А4С позиції з фокусом на ПШ. Ширина регіону інтересу має бути обмеженою міокардом, виключаючи перикард, що може бути складним, зважаючи на зазвичай тонку стінку ПШ (див. таблицю 9). Було показано, що піковий GLS вільної стінки ПШ, виключаючи стрейн МШП, має прогностичне

значення при різноманітних патологічних станах, таких як серцева недостатність, гострий інфаркт міокарда, легенева гіпертензія та амілоїдоз серця, а також здатен бути предиктором ПШ недостатності після імплантації допоміжних механічних ЛШ пристроїв [9].

Сучасні референтні значення GLS вільної стінки ПШ за даними СТЕ в В-режимі наведені в таблиці 10. Кумулятивні дані (хоча і представлені єдиним виробником апаратури та програмного забезпечення для СТЕ) дають змогу говорити, що GLS вільної стінки ПШ вище за -20 % (тобто < 20 % в абсолютних цифрах) є патологічним.

**Рекомендації.** Стрейн за даними СТЕ, зокрема вільної стінки ПШ, є відтворюваним та підходить для рутинного клінічного застосування, хоча на сьогодні поки що неможливо надати рекомендовані чіткі нормативні референтні значення для глобального або регіонального стрейну ПШ та його швидкості.

**8.6. ФВ ПШ у 3D.** Тривимірний ЕхоКГ сьогодні інтенсивно досліджується, в тому числі у порівнянні з МРТ серця [9, 10]. Рекомендованим методом оцінювання ФВ ПШ є напівавтоматичне волюмометричне визначення меж ендокарда.

**Рекомендації.** В ЕхоКГ-кабінетах з відповідними 3D-платформами та досвідом при оцінюванні систолічної функції ПШ методом вибору має бути ФВ ПШ за даними 3DE, з урахуванням викладених вище обмежень. Загалом ФВ ПШ < 45 % зазвичай свідчить про

зниження систолічної функції ПШ, хоча окремі лабораторії мають право на інші граничні значення, специфічні для віку та статі.

### III. Ліве та праве передсердя

Ліве передсердя (ЛП) виконує три головні фізіологічні ролі, що впливають на наповнення та функцію ЛШ. ЛП працює як: 1) скоротлива помпа, що забезпечує від 15 до 30 % об'єму діастолічного наповнення ЛШ; 2) резервуар, що збирає венозну кров з легеневих вен (ЛВ), яка повертається з малого кола кровообігу під час систоли шлуночків; 3) кондуїт для проходження накопиченої крові з ЛП в ЛШ під час ранньої діастоли [1, 2, 9, 10]. Збільшення ЛП асоціюється з несприятливими серцево-судинними виходами [1, 2, 9, 10]. Існує чіткий взаємозв'язок між збільшенням ЛП та ризиком ФП та інсульту, ризиком загальної смертності після інфаркту міокарда, ризиком смертності та госпіталізації у пацієнтів з дилатаційною кардіоміопатією та великими серцево-судинними подіями й смертності у

хворих на цукровий діабет [1, 2, 5, 9, 10]. Збільшення ЛП є маркером як тяжкості та хронічності діастолічної дисфункції ЛШ, так і ступеня підвищення тиску в ЛП [1, 2, 9, 10].

### 9. Виміри ЛП

#### 9.1. Загальні положення щодо розмірів ЛП.

Трансторакальна ЕхоКГ (ТТЕхоКГ) є рекомендованим підходом для візуалізації та оцінювання розмірів ЛП. Рекомендації для кількісного оцінювання ЛП наведені в таблиці 11. Розміри ЛП оцінюються наприкінці систоли ЛШ, коли розміри ЛП є найбільшими. При отриманні зображень з метою вимірів розмірів та об'ємів ЛП слід запобігати штучному укороченню ЛП. При обведенні меж ЛП устя ЛВ та вушко ЛП мають виключатися з обведення (з порожнини ЛП). Атріовентрикулярна (АВ) поверхня має бути представленою площиною мітрального клапана (МК), а не передсердними поверхнями стулок МК.

9.2. Лінійні виміри та площа ЛП. Традиційно передньозадній розмір (ПЗР) широко використовувався як

Таблиця 11

Рекомендації щодо ЕхоКГ-оцінювання розмірів ЛП

Параметри і методи	ЕхоКГ-візуалізація	Переваги	Недоліки
<b>Внутрішні лінійні розміри</b> Передньозадній розмір (ПЗР) ЛП можна виміряти в PLAX перпендикулярно довгій осі кореня аорти (Ао) на рівні синусів Вальсальви від внутрішнього краю до внутрішнього краю.	М-режим	<ul style="list-style-type: none"> <li>Відтворюваність</li> <li>Висока часова роздільна здатність</li> <li>Багато опублікованих даних</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Одновимірний розмір, що далеко не завжди відображає справжній ступінь дилатації ЛП</li> </ul>
	Лінійні виміри в В-режимі	<ul style="list-style-type: none"> <li>Забезпечує перпендикулярність орієнтації зрізу виміру до задньої стінки ЛП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нижча частота оновлення кадрів порівняно з М-режимом</li> <li>Єдиний розмір, що далеко не завжди відображає справжній ступінь дилатації ЛП</li> </ul>
<b>Площа</b> Вимір проводиться в А4С позиції наприкінці систоли в кадрі безпосередньо перед відкриттям МК шляхом обведення внутрішнього контуру порожнини ЛП за виключенням площі під кільцем МК та устя ЛВ.	Зображення в В-режимі	<ul style="list-style-type: none"> <li>Більш репрезентативна та краще відображає реальний розмір ЛП порівняно з поодиноким виміром ПЗР ЛП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Потребує запобігання штучному «зрізанню» порожнини ЛП</li> <li>Покладається на припущення про симетричний контур ЛП</li> </ul>
<b>Об'єм</b> Волюмометричні виміри в В-режимі ґрунтуються на обведенні межі між порожниною та стінкою ЛП в А4С та А2С позиціях. Контур обведення закривається на рівні площини МК поєднанням двох протилежних точок прямим відрізком, що визначає площину МК. Контур має включати вушко ЛП (ВЛП) та устя ЛВ. Як альтернатива об'єми ЛП можуть бути розраховані за методом сумачії дисків (за Симпсоном) шляхом додавання об'ємів дисків Дані в 3DE зазвичай отримуються з апікального доступу з використанням багатоциклового повнооб'ємного захоплення.	2DE Метод «площа-довжина»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Дозволяє провести точне оцінювання при асиметричному ремоделюванні ЛП</li> <li>Більш надійний предиктор серцево-судинних подій порівняно з лінійними вимірами та визначенням площі</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Геометричне припущення щодо контуру порожнини ЛП</li> <li>Мало накопичених доказових даних у здоровій популяції</li> <li>Визначення об'єму тільки в одній площині є неточним, тому що ґрунтується на припущенні, що <math>A1 = A2</math></li> </ul>
	Біплановий метод дисків Збір даних у 3D	<ul style="list-style-type: none"> <li>Немає геометричних припущень щодо форми порожнини ЛП</li> <li>Більш точне порівняно з визначенням в В-режимі</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Залежить від адекватної якості зображення</li> <li>Нижча часова роздільна здатність</li> <li>Вимагає кооперації пацієнта</li> <li>Обмежені дані щодо нормальних значень</li> </ul>



найбільш відтворюваний параметр. Втім, оцінка тільки лише одного ПЗР покладається на припущення, що при збільшенні ЛП воно збільшується симетрично, що часто не відбувається під час ремоделювання ЛП [1, 2, 9, 10]. Тому ПЗР не має бути єдиним виміром розмірів ЛП.

Також може бути розрахована площа ЛП (ПЛП) в А4С та А2С позиціях, для чого існують добре встановлені референтні межі норми [9]. Але простота визначення об'ємів ЛП в рутинній клінічній практиці разом з великою кількістю існуючої доказової бази з нормативною базою та доведеною прогностичною роллю визначення об'єму ЛП на сьогодні не робить обов'язкове визначення площі ЛП необхідним.

**9.3. Виміри об'єму ЛП.** При оцінюванні розмірів та ремоделювання ЛП на сьогодні рекомендованим є оцінювання його об'єму. Під час оцінювання об'єму ЛП враховують зміни розміру камери ЛП в усіх напрямках. Об'єм ЛП є доведеним потужним прогностичним маркером при великій кількості серцевих захворювань [1, 2, 9, 10]. Порівняно з ПЗР об'єм ЛП має більш потужну асоціацію з виходами у кардіологічних хворих [2, 9].

Сьогодні рекомендованим методом визначення об'єму ЛП є використання алгоритму сумації дисків за Симпсоном, подібно до визначення об'ємів ЛШ (див. таблицю 11) [9]. Як альтернатива для біпланового розрахунку об'єму ЛП може використовуватися формула «площа-довжина» в А4С та А2С позиціях.

**9.4. Нормальні реферативні значення вимірів ЛП.** Розмір ЛП залежить від статі. Утім, статеві розбіжності в розмірі ЛП можуть враховуватися тільки при

індексації до розмірів тіла [13]. Найбільш доказово використовують індексацію до ППТ, тому робоча група рекомендує використовувати саме її. Нові доказові дані призвели до змін рекомендованих верхніх меж норми індексу об'єму ЛП (іОЛП) зі збільшенням до 34 мл/м<sup>2</sup> (раніше – 28 мл/м<sup>2</sup>). Нормальні та патологічні значення за даними визначення в В-режимі наведені в таблиці 4, включаючи класифікацію ступенів тяжкості дилатації ЛП. Слід відзначити, що об'єм ЛП може бути помірно збільшеним у професійних спортсменів, що треба брати до уваги при обстеженні таких суб'єктів з метою запобігання хибним інтерпретаціям [2, 9].

Тривимірна ЕхоКГ є багатообіцяючою в оцінюванні об'ємів ЛП, добре корелюючи з даними КТ та МРТ серця [7, 12]. Нестача стандартизованих методологій та лімітована нормативна доказова база [9, 10] поки що не дозволяють рекомендувати визначення об'єму ЛП за даними ЗДЕ для рутинної клінічної практики.

**Рекомендації.** Біплановий метод сумації дисків є теоретично точнішим порівняно з формулою «площа-довжина», тому йому слід віддавати перевагу при визначенні об'єму ЛП у рутинній клінічній практиці. Верхня межа нормального іОЛП у В-режимі на сьогодні становить 34 мл/м<sup>2</sup> незалежно від статі.

### 10. Виміри ПП

Для кількісного оцінювання розмірів правого передсердя (ПП) на сьогодні проведено досить мало досліджень, а доказова база щодо прогностичної ролі розмірів ПП є недостатньою. Кількісне оцінювання розмірів ПП зазвичай виконується з А4С позиції (та-

Таблиця 12

Рекомендації щодо ЕхоКГ-оцінювання розмірів ПП

Параметри і методи	ЕхоКГ-візуалізація	Переваги	Недоліки
<b>Внутрішні лінійні розміри</b> Менший поперечний розмір ПП слід вимірювати в А4С позиції наприкінці систоли як відстань між латеральною стінкою ПП та МПП на рівні середини передсердя, посередині довгої осі ПП	Лінійні виміри в В-режимі	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Легко отримати</li> <li>• Визначені межі нормальних значень</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лише поодинокі виміри</li> <li>• Ґрунтується на припущенні, що збільшення порожнини ПП є симетричним</li> <li>• Залежить від зрізу</li> </ul>
<b>Площа</b> Вимірюється в А4С позиції наприкінці систоли безпосередньо перед відкриттям ТК шляхом обведення межі між стінкою та порожниною ПП, виключаючи площу безпосередньо під площиною кільця ТК	Вимір в В-режимі	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Більш репрезентативний вимір щодо реальних розмірів ПП порівняно з лінійними вимірами ПП</li> <li>• Визначені межі нормальних значень</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Потребує запобігання штучному «зрізанню» порожнини ПП</li> <li>• Покладається на припущення про симетричний контур ПП</li> <li>• Залежить від зрізу</li> </ul>
<b>Об'єм</b> Волюмометричні виміри в В-режимі зазвичай ґрунтуються на обведенні межі між порожниною та стінкою ПП в А4С позиції. На рівні площини ТК контур замикається шляхом поєднання двох протилежних точок прямим відрізком («площа-довжина» або за Симпсоном).	Вимір в В-режимі	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Більш репрезентативний вимір щодо реальних розмірів ПП порівняно з лінійними вимірами ПП</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Покладається на припущення про симетричний контур ПП</li> <li>• Визначення об'єму тільки в одній площині є неточним, тому що ґрунтується на припущенні, що збільшення порожнини ПП є симетричним</li> <li>• Нормальні межі не є добре визначеними</li> </ul>

Таблиця 13

Нормальні розміри ПП за даними досліджень у В-режимі

Показник	Жінки	Чоловіки
Розмір ПП по короткій осі (см/м <sup>2</sup> )	1,9 ± 0,3 (1,3–2,5)	1,9 ± 0,3 (1,3–2,5)
Розмір ПП по довгій осі (см/м <sup>2</sup> )	2,5 ± 0,3 (1,9–3,1)	2,4 ± 0,3 (1,8–3,0)
Об'єм ПП у В-режимі (мл/м <sup>2</sup> )	21 ± 6 (9–33)	25 ± 7 (11–39)

Примітка. Дані представлені як середнє ± SD (ВМН – НМН).

блиця 12). Розмір по меншій (короткій) осі слід вимірювати в площині, перпендикулярній довгій осі ПП, від латеральної стінки ПП до міжпередсердної перегородки (МПП). Нещодавні доказові дані, отримані з трьох когорт > 2400 пацієнтів дозволили сьогодні надати нормативні референтні межі розмірів ПП для чоловіків і жінок [9].

Як і у випадку з ЛП, об'єм ПП виявляється більш надійним та точним для визначення розмірів ПП, ніж його лінійні розміри. На момент видання попередніх рекомендацій кількість даних щодо нормативних значень об'ємів ПП були досить обмеженими. Оскільки не існує стандартних ортогональних зрізів, пропонується однопланове визначення об'єму ПП за формулою «площа–довжина» або методом сумації дисків Симпсона [2, 9]. Рекомендації з нормальних реферативних меж об'єму ПП ґрунтуються на двох найбільших сучасних базах даних [9] (таблиця 13). Відомо, що В-режим недооцінює об'єми ПП порівняно з даними, отриманими під час 3DE [2, 9].

**Рекомендації.** Рекомендованим параметром для оцінювання розмірів ПП є визначення об'єму ПП за одноплановими методами «площа–довжина» або сумації дисків у відповідній А4С позиції. Нормальні межі об'єму ПП у В-режимі становлять 25 ± 7 (11–39) мл/м<sup>2</sup> для чоловіків та 21 ± 6 (9–33) мл/м<sup>2</sup> для жінок.

#### IV. Кільце та корінь аорти

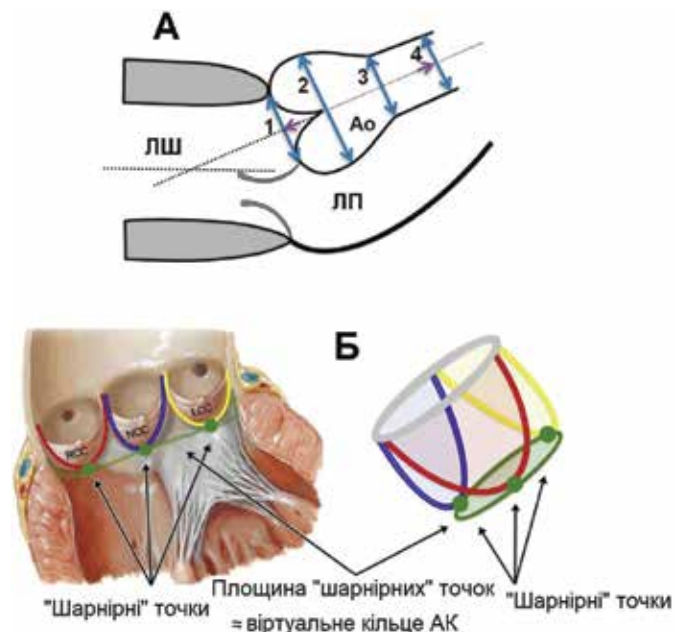
Потреба в детальному вивченні та кількісному оцінюванні кореня аорти (Ао) та аортального клапана (АК) нині зростає дедалі більше у зв'язку з поширенням застосування транскатетерного протезування АК (TAVI, TAVR). Ці дані є критично важливими для планування процедури, інтрапроцедурного спостереження та оцінювання ефективності процедури й подальшого динамічного спостереження.

Корінь Ао займає простір між базальним прикріпленням стулок АК у межах виносного тракту ЛШ (ВТЛШ) до закінчення синусів Вальсальви в місці початку тубулярної порції висхідної Ао (синотубулярний перехід) [9, 10]. Корінь Ао є геометрично складною структурою, що включає: 1) кільце АК; 2) між-

стулкові трикутники; 3) півмісячні стулки АК та їх прикріплення; 4) аортальні синуси Вальсальви; 5) синотубулярний перехід [1, 4, 9, 10]. Виміри Ао слід проводити в таких локалізаціях: 1) ВТЛШ (безпосередньо під стулками АК); 2) кільце АК; 3) максимальний діаметр синусів Вальсальви; 4) синотубулярний перехід (зазвичай демаркується переходом «цибулини» синусів Вальсальви в тубулярну порцію висхідної Ао); 5) максимальний діаметр проксимальної висхідної Ао (включаючи відстань між точкою виміру та синотубулярного переходу) (рисунок 8, А).

#### 11. Аортальне кільце

«Аортальне кільце» не є справжньою чіткою анатомічною структурою, це віртуальне кільце, яке має бу-



**Рисунок 8.** Позиції вимірів кореня Ао та висхідної Ао (А). Ця діаграма ілюструє чотири позиції, в яких рекомендовано проводити виміри (світло-блакитні стрілки): 1) кільце АК («шарнірні точки» стулок АК); 2) синус Вальсальви (максимальний діаметр, зазвичай серединна позиція синусів); 3) синотубулярне з'єднання; 4) діаметр проксимальної висхідної Ао (відстань між позицією виміру та площиною кільця АК (фіолетова стрілка) також є рекомендованою до визначення). Кільце АК має вимірюватися на висоті систоли, на відміну від інших вимірів, які проводять наприкінці діастолі. Пунктирні лінії визначають довгі осі ЛШ і кореня та проксимальної висхідної Ао, які, як видно на рисунку, не співпадають. Відмітьте, що кут між цими двома осями є варіабельним залежно від суб'єкта, віку та наявної патології. Б – нормальна анатомія аортального кільця. Аортальне кільце визначає три найбільш жорсткі частини кореня Ао та визначається віртуальним кільцем з трьома анатомічними «якірними» точками по надиру прикріплення трьох стулок АК [9, 10]



ти визначене поєднанням одним периметром базальних сегментів (надирів) трьох стулок АК. Дистальні (найвищі) прикріплення стулок у формі корони формують справжнє аортальне кільце [9] (рисунок 8, Б). Приблизно дві третини окружності нижньої частини кореня Ао прикріплюється до м'язової МШП, а залишкова третина є продовженням фіброзного мітрального кільця в ділянці передньої стулки МК [9]. Вимір кільця АК перед TAVI (TAVR) є дуже важливим і досить складним завданням, для чого ще потрібно визначити ідеальну методику в майбутньому. Сьогодні найбільш вживаним методом візуалізації для виміру аортального кільця перед TAVI або TAVR є ЕхоКГ та мультиспіральна комп'ютерна томографія (МСКТ) (рисунок 9). Усі виміри Ао проводяться наприкінці систоли суворо перпендикулярно довгій осі Ао.

### 12. Корінь Ао

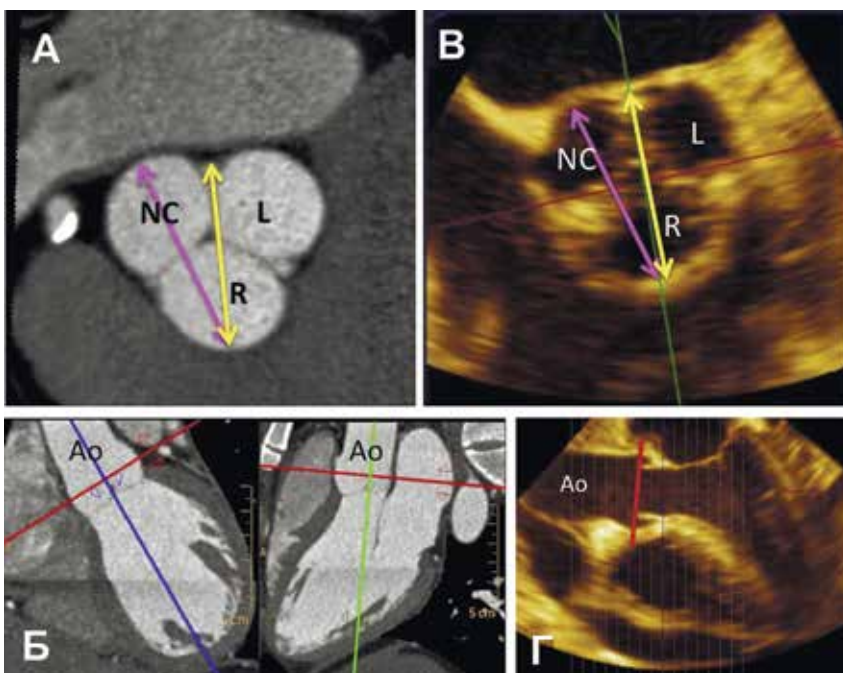
Під час ТТЕхоКГ у В-режимі діаметр кореня Ао (максимальний діаметр на рівні синусів Вальсальви) має вимірюватися в PLAX, де добре візуалізується корінь та проксимальна частина висхідної Ао. Але площина для їх візуалізації трохи відрізняється від класичної PLAX (див. рисунок 8, А). Виміри слід проводити в позиції, в якій візуалізується максимальний діаметр кореня Ао, перпендикулярно до довгої осі Ао. Асиметрична лінія закриття, коли точка змикання закритих стулок є ближче до однієї з «шарнірних» точок, свідчить про те, що поперечний зріз кореня Ао є насправді більший (непрямий діаметр) та про некоректність виміру (рисунок 10).

### 13. Ідентифікація дилатації кореня Ао

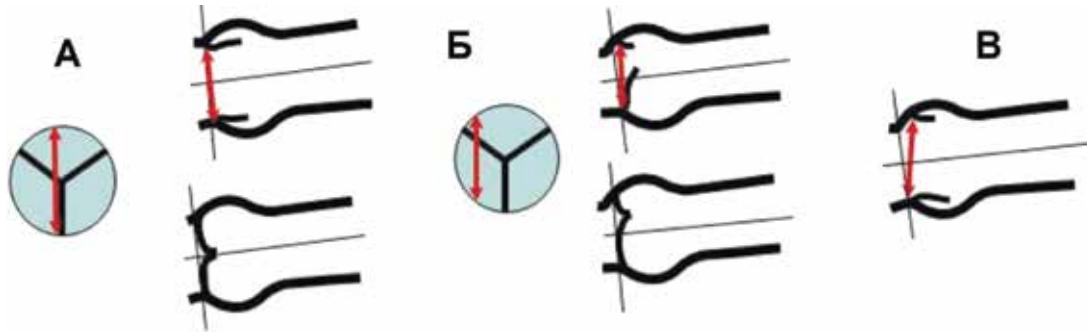
Дилатація кореня Ао асоціюється з наявністю та прогресуванням ступеня тяжкості аортальної недо-

статності [1, 9, 10], а також з ризиком розшарування Ао. Наявність артеріальної гіпертензії доказово справляє мінімальний вплив на діаметр кореня Ао на рівні синусів Вальсальви [1, 9, 10], але асоціюється зі збільшенням дистальніших сегментів Ао. Розміри кореня Ао на рівні синусів Вальсальви тісно корелюють з ППТ та віком. Тому ППТ може використовуватися для прогнозу діаметра Ао в трьох вікових групах: < 20, 20–40 та > 40 років за опублікованими номограмами [1, 9, 10]. Дилатація синусів Вальсальви визначається як діаметр кореня Ао, що перевищує верхній ліміт 95 % довірчого інтервалу «коридору» нормальних діаметрів кореня Ао для цієї референтної вікової групи популяції. Дилатацію Ао легко виявити за даними індексу діаметра до ППТ за наведеними нижче номограмами (рисунок 11) [9, 10]. Очікувані діаметри Ао на рівні синусів Вальсальви (індексація до ППТ) також наведені в таблиці 14 та на рисунку 11. Рекомендовано розраховувати індекс діаметра кореня Ао або співвідношення реального до очікуваного діаметра кореня Ао.

**Рекомендації.** Аортальне кільце слід вимірювати в середині систоли за методикою від внутрішнього краю до внутрішнього краю. Всі інші виміри кореня Ао (а саме максимальний діаметр синусів Вальсальви, синотубулярне з'єднання та діаметр висхідної Ао) слід виконувати наприкінці діастолі суворо перпендикулярно довгій осі Ао, використовуючи конвенцію L-L (від верхнього краю до верхнього краю). Виміри максимального діаметра кореня Ао на рівні синусів Вальсальви рекомендовано індексувати до віку та ППТ згідно з рекомендованими номограмами або до значень, розрахованих зі специфічних алометричних



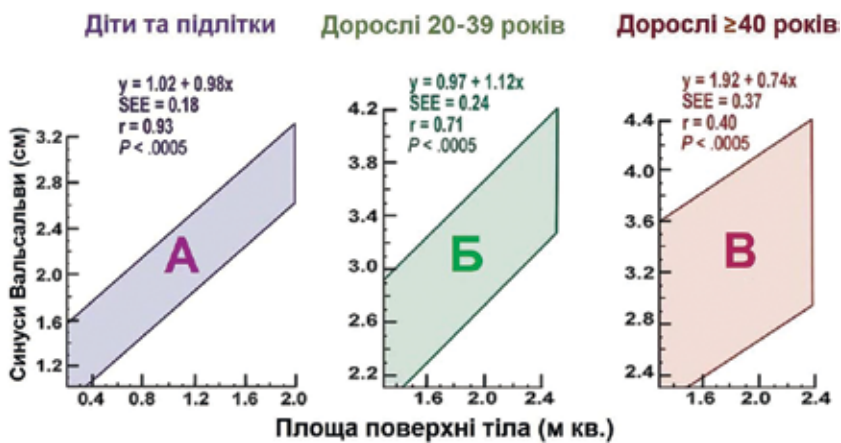
**Рисунок 9.** Визначення діаметра кореня Ао за даними: МСКТ (А, Б) та 3D-ЧЕхоКГ (В, Г): А – менший передньозадній (ПЗР) або сагітальний розмір кореня Ао; Б – режим «зоот» для отримання поперечного зрізу кореня Ао на рівні синусів Вальсальви з використанням подвійних косих зображень для орієнтації; В – поперечний зріз кореня Ао в режимі «зоот» між внутрішніми краями від комісури лівої коронарної (L) та некоронарної (NC) стулок до синусу Вальсальви протилежної правої коронарної (R) стулки (А та В, жовті стрілки). Більший (медіально-латеральний) діаметр кореня Ао вимірюється від середини правого коронарного синусу до найбільш віддаленої точки некоронарного синусу (А та В, фіолетові стрілки); Г – зріз кореня Ао по довгій осі під час багатозрізової (мультипланарної) реконструкції. Червоні лінії на зображеннях Б та Г представляють площини, на яких слід вимірювати діаметр кореня Ао на рівні синусів Вальсальви



**Рисунок 10.** Правильний (А) та неправильні (Б та В) виміри аортального кільця (подвійні червоні стрілки).

А – центральне позиювання діаметра та центральне змикання при закритті стулок. Тонкі лінії відповідають довгій осі висхідної Ао та, перпендикулярно, правильній орієнтації діаметра аортального кільця.

Б – неправильний ексцентричний вимір кільця. «Шарнірні» або «якірні» точки злегка зміщені вгору та не відповідають надирі прикріплення стулок, з відповідним неповним відкриттям та закриттям стулок. В – неправильний косий вимір аортального кільця. У цьому випадку кільце є несправжнім, «віртуальним», тому що визначається лише однією «шарнірною» точкою з трьох стулок АК. При такій ситуації більша частина кільця лежить за межами видимої анатомічної структури



**Рисунок 11.** 95 % довірчі інтервали діаметра кореня Ао на рівні синусів Вальсальви на основі індексації до ППТ у дітей і підлітків (А), дорослих 20–39 років (Б) та дорослих від 40 років та старше (В) [9]

рівнянь. Точні виміри аортального кільця перед виконанням TAVI або TAVR є обов'язковим. На жаль, до сьогодні не існує узгодженого «золотого стандарту» для вимірів аортального кільця перед TAVI або TAVR. Тривимірні ЧСЕхоКГ та МСКТ сьогодні розглядаються, як найбільш надійні, методи вибору для вимірів аортального кільця.

### V. Нижня порожниста вена

Дослідження нижньої порожнистої вени (НПВ) із субкостальної позиції має бути частиною рутинного трансторакального ЕхоКГ-дослідження. Звичайною рекомендацією є вимір діаметра НПВ із субкостальної позиції у пацієнта в положенні лежачи на спині на відстані 1,0–2,0 см від впадіння в ПП по довгій осі НПВ. Діаметр НПВ та відсоток його зменшення під час вдиху чітко корелює з тиском у ПП (центральний венозний

### Таблиця 14

Розміри кореня Ао у здорових дорослих (адаптовано за Roman та співавт. та Hiratzka та співавт. [9])

Корінь Ао	Абсолютні значення (см)		Індексовані значення (см/м <sup>2</sup> )	
	Чоловіки	Жінки	Чоловіки	Жінки
Кільце	2,6 ± 0,3	2,3 ± 0,2	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,1
Синуси Вальсальви	3,4 ± 0,3	3,0 ± 0,3	1,7 ± 0,2	1,8 ± 0,2
Синотубулярне з'єднання	2,9 ± 0,3	2,6 ± 0,3	1,5 ± 0,2	1,5 ± 0,2
Проксимальна висхідна Ао	3,0 ± 0,4	2,7 ± 0,4	1,5 ± 0,2	1,6 ± 0,3

тиск (ЦВТ)). Взаємозв'язок може бути розрахований за індексом колапсу [1, 2, 9, 10]. Оцінювання інспіраторного колапсу часто потребує короткого різкого вдиху, оскільки нормальна глибина вдиху може не викликати очікуваної фізіологічної відповіді.

Для простоти та універсальності ЕхоКГ-висновків слід використовувати швидше специфічні значення тиску в ПП (або ЦВТ), ніж діапазон, тому що це краще рекомендувати для визначення систолічного тиску в легеневій артерії. Діаметр НПВ < 2,1 см при колапсі на короткому глибокому вдиху > 50 % свідчить про нормальний тиск у ПП близько 3 мм рт. ст. (діапазон 0–5 мм рт. ст.), а діаметр НПВ > 2,1 см при колапсі на короткому глибокому вдиху < 50 % вказує на підвищений тиск у ПП близько або вище 15 мм рт. ст. (діапазон 10–20 мм рт. ст.) [9]. При сценаріях, коли діаметр НПВ та інспіраторний колапс виходять за дану парадигму (наприклад, нормальний діаметр зі зменшеним колапсом або збільшений діаметр з нормальним колапсом), можна використовувати проміжне значення тиску в ПП 8 мм (діапазон 5–10 мм рт. ст.).

Слід відзначити, що у здорових молодих спортсменів НПВ може бути дилатованою при нормальному ЦВТ [1, 9, 10]. Крім того, НПВ є зазвичай дилатованою та без адекватного колапсу у пацієнтів, які перебувають на штучній вентиляції, тому в таких випадках її діаметр та інспіраторний колапс не можуть бути рутинно використані для визначення тиску в ПП [1, 9, 10]. Використання діаметра та інспіраторного колапсу НПВ є рекомендованим для визначення тиску в ПП у більшості випадків у рутинній практиці. Воно також є рекомендованим для подальшого визначення систолічного тиску в легеневій артерії на основі суми пікового градієнта трикуспідальної регургітації та ЦВТ, ніж для рутинного визначення тиску в ПП в усіх пацієнтів.

### Список використаних джерел

#### References

1. Коваленко ВМ, Іванів ЮА, Долженко ММ, Деяк СІ, Поташев СВ, Носенко НМ. Кількісна ехокардіографічна оцінка порожнин серця Проект рекомендацій робочої групи з функціональної діагностики Асоціації кардіологів України та Всеукраїнської громадської організації «Асоціація фахівців з ехокардіографії». *Новости медицины и фармации*. 2011;359. Режим доступу: [http://www.mif-ua.com/archive/article\\_print/16880](http://www.mif-ua.com/archive/article_print/16880)  
Kovalenko VM, Ivaniv YA, Dolzhenko MM, Deiak SI, Potashev SV, Nosenko NM. [Quantitative echocardiographic evaluation of heart chambers. Recommendations project by working group for functional diagnosis of Association of cardiologists of Ukraine and Ukrainian association of echocardiography]. *News of Medicine and Pharmacy*. 2011;359. Available from: [http://www.mif-ua.com/archive/article\\_print/16880](http://www.mif-ua.com/archive/article_print/16880). Ukrainian.
2. Коваленко ВМ, Долженко ММ, Поташев СВ. *Настанови з клінічної ехокардіографії*. Київ: Наукова думка; 2018.

Kovalenko VM, Dolzhenko MM, Potashev SV. [Guidelines for clinical echocardiography]. Kyiv; 2018. Ukrainian.

3. Лазоришинець ВВ, Коваленко ВМ, Руденко АВ, Вітовський РМ, Сичов ОС, Іванів ЮА та ін. Рекомендації з проведення повноцінного черезстравохідного ехокардіографічного обстеження. *Український журнал серцево-судинної хірургії*. 2019;(3(36)):90-107.  
Lazoryshynets VV, Kovalenko VM, Rudenko AV, Vitovskyy RM, Sychov OS, Ivaniv YA, Beshliaga VM, Krikunov OA, Potashev SV, Rusnak AO, Hrubyak LM, Deyak SI, Borodai AO. [Guidelines for the Complete Transesophageal Echocardiographic Examination]. *Ukrainian journal of cardiovascular surgery*. 2019;(3(36)):90-107. [https://doi.org/10.30702/ujcvs/19.36/17\(090-107\)](https://doi.org/10.30702/ujcvs/19.36/17(090-107)). Ukrainian.
4. Лазоришинець ВВ, Коваленко ВМ, Руденко АВ, Іванів ЮА, Бешляга ВМ, Поташев СВ та ін. Визначення загального стандарту для 2D-спекл-трекінг ехокардіографії. *Кардіологія та кардіохірургія: безперервний професійний розвиток*. 2019;(2):105-29.  
Lazoryshynets VV, Kovalenko VM, Rudenko AV, Ivaniv YA, Beshlyaga VM, Potashev SV, Trembovetska OM, Salo SV, Gavrylyshyn AY, Rudenko SA, Rusnak AO, Lozoviy OA, Gogayeva OK, Babochkina AR, Soltani SE, Verich NM, Hrubyak LM, Titova NS. [Definition for a Common Standard for 2D Speckle-Tracking Echocardiography]. *Cardiology and cardiac surgery: continuous professional development*. 2019;(2):105-29. Ukrainian. <https://doi.org/10.30702/ccs.201905.02.2DST105129>
5. Лазоришинець ВВ, Поташев СВ, Федьків СВ, Руденко АВ, Вітовський РМ, Руденко КВ та ін. Мультимодальна візуалізація в діагностиці, стратифікації ризику та веденні пацієнтів з дилатаційними кардіоміопатіями. *Український журнал серцево-судинної хірургії*. 2020;(2(39)):80-96.  
Lazoryshynets VV, Potashev SV, Fedkiv SV, Rudenko AV, Vitovskiy RM, Rudenko KV, Rudenko SA, Hrubyak LM, Mazur OA, Chizhevskaya OO. Multimodality Imaging in the Diagnosis, Risk Stratification and Management in the Patients with Dilated Cardiomyopathy]. *Ukrainian journal of cardiovascular surgery*. 2020;(2(39)):80-96. Ukrainian. [https://doi.org/10.30702/ujcvs/20.3905/\(guidelines\)080-096](https://doi.org/10.30702/ujcvs/20.3905/(guidelines)080-096)
6. Поташев СВ, Сало СВ, Гаврилишин АЮ, Левчишина ЕВ, Груб'як ЛМ, Руденко СА и др. Спекл-трекінг при стресс-ехокардіографії с добутамином у пациентов после острых коронарных синдромов: диагностическая и прогностическая ценность. *Вестник КазНМУ*. 2020;2:96-104.  
Potashev SV, Salo SV, Gavrylyshyn AY, Levchyshyna EV, Hrubyak LM, Rudenko SA, et al. [Dobutamine Stress-Echocardiography with B-mode Speckle Tracking in the Patients after Acute Coronary Syndromes – Diagnostic and Prognostic Value]. *Vestnik KazNMU*. 2020;2:96-104. Russian.
7. Fukuda S, Watanabe H, Daimon M, Abe Y, Hirashiki A, Hirata K, et al. Normal values of real-time 3-dimensional echocardiographic parameters in a healthy Japanese population: the JAMP-3D Study. *Circ J*. 2012;76(5):1177-81. <https://doi.org/10.1253/circj.11-1256>
8. Hahn RT, Abraham T, Adams MS, Bruce CJ, Glas KE, Lang RM, et al. Guidelines for performing a comprehensive

- transesophageal echocardiographic examination: recommendations from the American Society of Echocardiography and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr.* 2013;26(9):921-64. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2013.07.009>
9. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, 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.e14. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
  10. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005;18(12):1440-63. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2005.10.005>
  11. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, et al. Recommendations for chamber quantification. *Eur J Echocardiogr.* 2006 Mar;7(2):79-108. <https://doi.org/10.1016/j.euje.2005.12.014>
  12. Mulvagh SL, Rakowski H, Vannan MA, Abdelmoneim SS, Becher H, Bierig SM, et al. American Society of Echocardiography Consensus Statement on the Clinical Applications of Ultrasonic Contrast Agents in Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2008;21:1179-201. quiz 281. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2008.09.009>
  13. Voigt JU, Pedrizzetti G, Lysyansky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, et al. Definitions for a Common Standard for 2D Speckle Tracking Echocardiography: Consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to Standardize Deformation Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2015 Jan;16(1):1-11. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu184>

### Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: Recommendations from the Association of Cardiovascular Surgeons of Ukraine and Ukrainian Society of Cardiology

Working group: Lazoryshynets V. V.<sup>1</sup>, Kovalenko V. M.<sup>2</sup>, Potashev S. V.<sup>1</sup>, Fedkiv S. V.<sup>1</sup>, Rudenko A. V.<sup>1</sup>, Vitovskiy R. M.<sup>1</sup>, Sychov O. S.<sup>2</sup>, Rudenko S. A.<sup>1</sup>, Ivaniv Y. A.<sup>3</sup>, Krikunov O. A.<sup>1</sup>, Mazur O. A.<sup>1</sup>, Hrubyak L. M.<sup>1</sup>, Rusnak A. O.<sup>1</sup>, Osovska N. Y.<sup>4</sup>, Deyak S. I.<sup>2</sup>, Verich N. M.<sup>1</sup>, Beshlyaga V. M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of NAMS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>NSC "M. D. Strazhesko Institute of Cardiology of NAMS of Ukraine", Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Danulo Halytsky National Medical University in Lviv, Lviv, Ukraine

<sup>4</sup>National Pirogov Memorial Medical University, Vinnytsya, Ukraine

<sup>5</sup>Alexander Kyiv Clinical Municipal Hospital, Kyiv, Ukraine

**Abstract.** Fast technology development over the past decade as well as changes in practical echocardiography (EchoCG) lead to have given rise to a need in the update of previous guidelines for cardiac chambers quantification, which was the aim of this publication by working group of the Association of Cardiovascular Surgeons of Ukraine and Ukrainian Society of Cardiology. This paper provides up-to-date evidence-based data regarding reference ranges for all cardiac chambers, including available data regarding 3D-echocardiography and myocardial deformation (strain), based on the wide range of studies of healthy individuals found in many databases in healthy individuals. In addition, this document contains an attempt to adjust several minor controversies from previous guidelines.

This document is based on "Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging" (2015) adapted according to the local peculiarities and printed abridged. Full content of "Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: Recommendations from the Association of Cardiovascular Surgeons of Ukraine and Ukrainian Society of Cardiology" is available online at the official Website <https://amosovinstitute.org.ua> of the National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the NAMS of Ukraine.

This paper contains key recommendations, reference ranges and quantification methods in pictures and tables.

**Keywords:** echocardiography, adult, transthoracic, ventricular function, quantification, reference ranges.

Стаття надійшла в редакцію 14.10.2020 р.