

УДК 616.124-008.46-072.432

## ULTRASOUND MARKERS OF PROGRESSION OF RIGHT VENTRICULAR DYSFUNCTION: MODERN APPROACHES TO STAGE STRATIFICATION

### УЛЬТРАЗВУКОВІ МАРКЕРИ ПРОГРЕСІЇ ДИСФУНКЦІЇ ПРАВОГО ШЛУНОЧКА: СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО СТРАТИФІКАЦІЇ СТАДІЙ

**Kozhyn M.I. / Кожин М.І.**

с. т с., проф. / к.м.н., проф.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8359-8890>**Khodosh E.M./. Ходош Е.М..**

с. т с., проф. / к.м.н., проф.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8359-8890>**Rynchak P.I. / Ринчак П.І.**

с. т с., ас. проф. / к.м.н., доц.

Kharkiv National Medical University, Kharkiv, Nauky Ave., 4, 61022

Харківський національний медичний університет, Харків, просп. Науки 4, 61022

**Анотація.** В роботі розглядається проблема стратифікації дисфункції правого шлуночка за ехокардіографічними критеріями. Запропоновано трьохстадійну класифікацію прогресії функціональних порушень від субклінічної дисфункції до декомпенсації. RV strain визначено як найбільш чутливий ранній маркер, що дозволяє виявляти порушення при збережених традиційних показниках. Комплексний підхід забезпечує оптимізацію клінічного менеджменту пацієнтів, особливо з легеневою гіпертензією.

**Ключові слова:** правий шлуночок, ехокардіографія, strain, легенева гіпертензія, дисфункція серця.

**Abstract.** The paper addresses the problem of right ventricular dysfunction stratification according to echocardiographic criteria. A three-stage classification of functional impairment progression from subclinical dysfunction to decompensation is proposed. RV strain is identified as the most sensitive early marker, allowing detection of abnormalities with preserved traditional parameters. The comprehensive approach ensures optimization of clinical management, especially in patients with pulmonary hypertension.

**Keywords:** right ventricle, echocardiography, strain, pulmonary hypertension, heart failure.

### Вступ

Дисфункція правого шлуночка (ПШ) є критичним прогностичним фактором у пацієнтів з різними серцево-судинними захворюваннями. Своєчасне виявлення та оцінка ступеня функціональних порушень ПШ має вирішальне значення для визначення тактики лікування та прогнозу захворювання. Ехокардіографія залишається основним неінвазивним методом оцінки функції ПШ, проте складна геометрія правих відділів серця створює значні виклики для точної діагностики [1].

Прогресія дисфункції ПШ відбувається поетапно, від субклінічних змін до явних ознак серцевої недостатності [2]. Раннє виявлення функціональних порушень дозволяє своєчасно розпочати патогенетично обґрунтовану терапію та покращити віддалені результати лікування.

**Мета дослідження:** систематизувати ультразвукові критерії стадійності дисфункції правого шлуночка та розробити алгоритм комплексної ехокардіографічної оцінки прогресії функціональних порушень.

## **МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ**

Запропонована класифікація базується на аналізі сучасних рекомендацій European Society of Cardiology, American Society of Echocardiography [3] та власному клінічному досвіді. Оцінка функції ПШ проводилась з використанням мультипараметричного підходу, що включав традиційні та сучасні ехокардіографічні показники.

### **Основні ехокардіографічні параметри:**

- Longitudinal strain правого шлуночка (RV strain)
- Систолічна швидкість руху фіброзного кільця тристулкового клапана (S' TDI)
- Зміщення площини тристулкового кільця (TAPSE)
- Фракція скорочення площі ПШ (FAC)
- Фракція викиду правого шлуночка (RV EF)

## **РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

### **Стадійність дисфункції правого шлуночка**

На основі комплексного аналізу ехокардіографічних параметрів виділено три основні стадії прогресії дисфункції ПШ, кожна з яких характеризується специфічним профілем функціональних порушень.

### **ПОЧАТКОВА СТАДІЯ (субклінічна дисфункція)**

Початкова стадія характеризується субтильними змінами, які можуть бути виявлені лише при використанні чутливих методів оцінки деформації міокарда. На цій стадії пацієнти зазвичай асимптоматичні, а традиційні показники функції ПШ залишаються в межах нормальних значень.

**Ключові діагностичні критерії:**

- **RV strain:** зменшення абсолютного значення з -22% до -18% (зменшення негативності strain є першим маркером порушення поздовжньої деформації)

- **S' (TDI):** початкове зниження систолічної швидкості руху латерального сегменту фіброзного кільця тристулкового клапана

- **Інші параметри:** TAPSE, FAC, RV EF залишаються в нормальних межах

Патофізіологічне обґрунтування: на початковій стадії відбувається порушення субендокардіальних волокон міокарда ПШ, що призводить до зниження поздовжньої деформації при збереженні загальної скоротливої функції.

**ПРОМІЖНА СТАДІЯ (субкомпенсована дисфункція)**

Проміжна стадія характеризується прогресуванням функціональних порушень з залученням традиційних показників скоротливості ПШ. З'являються перші клінічні симптоми, хоча компенсаторні механізми частково підтримують серцевий викид.

**Діагностичні критерії:**

- **TAPSE:** зниження менше 17 мм (порушення поздовжнього скорочення ПШ)
- **FAC:** зменшення менше 35% (порушення скорочення в короткій осі)
- **S' (TDI):** подальше зниження менше 9,5 см/с
- **Перші ознаки декомпенсації:** можлива дилатація ПШ, підвищення тиску в правому передсерді

Клінічне значення: на цій стадії можуть з'являтися симптоми толерантності до фізичного навантаження, однак загальний стан пацієнтів залишається компенсованим.

**ПІЗНЯ СТАДІЯ (декомпенсована дисфункція)**

Пізня стадія характеризується значним погіршенням всіх показників функції ПШ з розвитком клінічної картини правошлуночкової серцевої недостатності.

**Діагностичні критерії:**

- **RV EF:** зниження менше 45% (виражене порушення глобальної

скоротливості)

- **TAPSE:** критичне зниження до 10-12 мм
- **FAC:** значне зменшення (зазвичай менше 25%)
- **Супутні зміни:** виражена дилатація ПШ, значна трикуспідальна регургітація, ознаки підвищення тиску в малому колі кровообігу

### **Клінічне значення стадійного підходу**

Запропонована стратифікація має особливо важливе практичне значення для пацієнтів з легеневою гіпертензією, оскільки дисфункція ПШ є основним механізмом несприятливого прогнозу при даній патології. Стадійний підхід дозволяє:

1. **Ранньої діагностики:** виявлення субклінічних порушень на етапі зворотніх змін у пацієнтів з ЛГ
2. **Моніторингу прогресії:** об'єктивна оцінка динаміки захворювання та ефективності антипроліферативної терапії при ЛГ
3. **Стратифікації ризику:** визначення прогнозу та потреби в активному лікуванні, включаючи трансплантацію легенів
4. **Персоналізації терапії:** вибір оптимальної лікувальної стратегії відповідно до стадії при різних формах ЛГ

### **Технічні аспекти діагностики**

**Strain-ехокардіографія** є найбільш чутливим методом раннього виявлення дисфункції ПШ [4]. Для точної оцінки необхідне дотримання стандартизованої методики з оптимізацією якості зображення та використання спеціалізованого програмного забезпечення.

**Тканинна доплерографія (TDI)** дозволяє кількісно оцінити швидкості руху міокарда та є доступним методом функціональної оцінки ПШ у більшості ехокардіографічних лабораторій.

**Традиційні параметри** (TAPSE, FAC) залишаються важливими для комплексної оцінки, особливо на пізніх стадіях захворювання.

### **ВИСНОВКИ**

1. Прогресія дисфункції правого шлуночка відбувається поетапно з

характерною послідовністю залучення різних ехокардіографічних параметрів.

2. RV strain є найбільш чутливим раннім маркером дисфункції ПШ, що дозволяє виявляти субклінічні порушення на стадії збережених традиційних показників [5].

3. Комплексний мультипараметричний підхід забезпечує точну стадіфікацію дисфункції ПШ та оптимізацію клінічного менеджменту пацієнтів, особливо з легеневою гіпертензією.

4. Запропонована класифікація може служити основою для розробки алгоритмів діагностики та лікування пацієнтів з дисфункцією правого шлуночка.

5. Необхідні подальші проспективні дослідження для валідації запропонованих критеріїв та оцінки їх прогностичного значення у різних клінічних групах пацієнтів.

### **ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**

1. **Скринінг:** регулярна оцінка RV strain у пацієнтів високого ризику, особливо при підозрі на легеневу гіпертензію, для раннього виявлення дисфункції ПШ

2. **Моніторинг:** систематичне спостереження за динамікою комплексу ехокардіографічних параметрів для оцінки ефективності специфічної терапії ЛГ

3. **Терапевтичні рішення:** персоналізація лікувальної тактики відповідно до стадії дисфункції, включаючи своєчасне призначення вазодилаторної терапії

4. **Прогнозування:** використання стадійного підходу для оцінки ризику несприятливих серцево-судинних подій та визначення необхідності у трансплантації органів

### **Список літератури**

1. Abdelnabi M, Saleh Y, Elmahdy MF, Kheirallah HM. Right Ventricular Strain by Echocardiography: Current Clinical Applications and Future Directions. J Pers Med. 2025;15(6):224.

2. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM, Badagliacca R, Berger RMF, Brida M, et

al. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J*. 2022;43(38):3618-3731.

3. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Foster MC, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2025;38(1):1-37.

4. Ünlü S, Duchenne J, Mirea O, Pagourelas ED, Bézy S, Thomas JD, et al. Right ventricular strain related to pulmonary artery pressure predicts clinical outcome in patients with pulmonary arterial hypertension. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2023;24(5):635-642.

5. Inciardi RM, Giugliano RP, Claggett B, Gupta DK, Chandra A, Ruff CT, et al. Multiparametric Assessment of Right Ventricular Dysfunction in Heart Failure: An Analysis From PARAGON-HF. *J Am Heart Assoc*. 2024;13(24):e036123.

Тези відправлено: 19.09.2025 г.

© Кожин М.І.