

Н.С. Тітова
Р.М. Кириченко

ДУ «Національний науковий центр «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М.Д. Стражеска» Національної академії медичних наук України

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТОЛЕРАНТНОСТІ ДО ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ СЕРЦЕВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ

Ключові слова: кардіологія, прогноз, фізична активність, функціональні проби.

Стаття присвячена актуальному питанню щодо впливу толерантності до фізичного навантаження на прогноз розвитку серцевої недостатності (СН). До важливих чинників розвитку захворювань серцево-судинної системи належать спосіб життя та рівень толерантності до фізичного навантаження. Непереносимість фізичного навантаження є основним симптомом СН і має вирішальне значення, оскільки вона пов'язана з низькою якістю життя та підвищеною смертністю. У той час як порушення серцевого резерву вважається центральним при СН, зниження фізичного навантаження та функціональної здатності є результатом ключових характеристик пацієнта. В наукових дослідженнях доведено, що у пацієнтів із СН відзначають порушення функціональних можливостей, які пов'язані з їхнім прогнозом. Крім того, фізична функціональна продуктивність у функціональних тестах також була пов'язана. Огляд включає велику кількість досліджень щодо діагностики резервних можливостей серцево-судинної системи шляхом застосування індексів і функціональних проб. Серед них: кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням, 6-хвилинний тест ходьби, короткочасні серії фізичної працездатності і тест швидкості ходьби. Кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням — це спеціалізований тип тесту з фізичним навантаженням, який забезпечує точнішу та об'єктивнішу оцінку серцево-легеневої функції. Він надає важливу інформацію для оцінки та лікування пацієнтів із СН. Це тестування вимірює дихальну та серцеву реакцію на фізичне навантаження та дозволяє виміряти максимальне поглинання кисню і співвідношення між хвилинною вентиляцією і виділенням вуглекислого газу. Ці два параметри допомагають класифікувати пацієнтів за категоріями, які дають змогу передбачити прогноз. Отже, оцінка функціонального резерву серцево-судинної системи має велике значення при діагностиці СН. Для цього використовують функціональні проби, які визначають функціональний резерв серцево-судинної системи і дозволяють визначити групу ризику розвитку СН та її прогноз.

ВСТУП

У наш час встановлено, що серцево-судинні захворювання є основною причиною інвалідності та смерті в усьому світі, і серед них найпоширенішими є ішемічна хвороба серця і серцева недостатність (СН) [1]. СН характеризується слабким міокардом зі зниженим серцевим викидом, який не здатний задовольнити метаболічні потреби організму [2]. Непереносимість фізичних навантажень є клінічною ознакою пацієнтів із СН і пов'язана більше з її прогнозом, ніж інші фактори (фракція викиду лівого шлуночка, мозковий натрійуретичний пептид та ін.) [3, 4]. Саме зниження звичної толерантності до фізичного навантаження в сучасному житті людства може мати серйозні наслідки для здорового

населення та пацієнтів із серцево-судинними захворюваннями, такими як СН.

Недавні дослідження показали, що фізична здатність є найважливішим предиктором поганого прогнозу у пацієнтів із СН [3, 4]. У той час як стандартні тести з фізичним навантаженням протягом тривалого часу вважалися початковим тестом, який використовується перед більш дорогими та інвазивними процедурами, такими як ангіографія, шунтування, трансплантація та імплантація пристрою, вимірювання газообміну під час фізичних вправ можуть покращити ухвалені рішення [5]. Точна стратифікація ризику пацієнтів із СН має вирішальне значення для застосування методів, спрямованих на покращення якості життя, результатів профілактики та лікування пацієнтів із цією патологією.

Основні патогенетичні механізми розвитку та прогресування СН висвітлюються такими науковцями, як М. Juarez, С. Wang, I.J. Fuentes-Abolafio. До важливих чинників розвитку захворювань серцево-судинної системи належать спосіб життя та рівень толерантності до фізичного навантаження. Цьому питанню приділено роботи авторів Т. Watanabe, R.J. Desai, S. Yamamoto, G. Cattadori. Діагностика резервних можливостей серцево-судинної системи шляхом використання індексів і функціональних проб із дозованим фізичним навантаженням була розкрита в дослідженнях М. Mapelli, М. Juarez, I.M.A. De Souza, D. Popovic, D.J. Chambers, N.A. Wisely, I.J. Fuentes-Abolafio, S.M. Hegde. Однак розробка оцінки та прогнозування ризиків розвитку СН залишається актуальним питанням і потребує подальшого вивчення.

Мета роботи: визначити особливості сучасної оцінки впливу толерантності до фізичного навантаження на прогноз розвитку СН.

Питання впровадження заходів первинної профілактики залишається актуальним і на сьогодні, що зумовлено необхідністю виявлення факторів ризику серцево-судинних захворювань, проведення скринінгу та моніторингу раннього їх виявлення. Водночас правильне лікування та своєчасне проведення профілактичних заходів для групи ризику розвитку СН може сприяти нормальному функціонуванню серцево-судинної системи.

Оцінка функціонального резерву серцево-судинної системи має велике значення при діагностиці СН. Особливу увагу слід звернути на реакцію серцево-судинної системи на фізичні вправи. Для цього використовують функціональні проби, які визначають функціональний резерв серцево-судинної системи і дозволяють визначити групу ризику розвитку СН та її прогноз. Серед таких проб активно використовують 6-хвилинний тест ходьби та кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням у пацієнтів із хронічною СН.

Існує кілька функціональних симптомів, які з'являються у пацієнтів із СН, зокрема знижена аеробна здатність, зниження м'язової сили, низька тижнева фізична активність і непереносимість фізичних вправ, які супроводжуються симптомами втоми та задишки. Крім того, у пацієнтів із СН виникають порушення функціональних можливостей, вони відчувають зниження здатності виконувати свою повсякденну діяльність і страждають від погіршення якості життя.

Повідомлялося, що пацієнти із хронічною СН демонструють повільнішу швидкість ходьби, ніж здорові суб'єкти того ж віку. Максимальна аеробна потужність була обернено пропорційна тяжкості СН та прямо пропорційна залежності від прогнозу та очікуваної тривалості життя. Подібним чином, м'язова маса нижніх кінцівок і м'язова сила також пов'язані з довгостроковим виживанням пацієнтів із СН [2]. Крім того, дослідження показали, що зниження швидкості ходьби та сили скелетних м'язів, сили ніг у пацієнтів із серцево-судинними захворюваннями було сильним прогностичним показником з розвитку ускладнень у пацієнтів із СН [6].

Науковці серед основних чинників поширення серцево-судинних захворювань вказують на зниження рухової активності людини. За результатами оцінки

рівня втоми, задишки та рівня посилення серцебиття при фізичному навантаженні визначають ступінь тяжкості СН (функціональна класифікація, табл. 1) [7].

Таблиця 1

**Класифікація СН (функціонального стану) за критеріями
New York Heart Association**

Клас	Переносимість фізичного навантаження
I	Без обмежень – звичайне фізичне навантаження не викликає збільшеної втоми, задишки, серцебиття.
II	Незначне обмеження толерантності до фізичного навантаження – без скарг у стані спокою, але звичайна активність викликає втому, серцебиття або задишку.
III	Значне обмеження толерантності до фізичного навантаження – без скарг у стані спокою, але активність нижча, ніж зазвичай, призводить до появи симптомів.
IV	Будь-яка фізична активність викликає симптоми; суб'єктивні симптоми СН виникають навіть у стані спокою, а будь-яка активність збільшує вираженість симптомів.

Велике значення та клінічне застосування має взаємодія між фізичними вправами та СН (рис. 1).

До початку розвитку СН (у минулому): фізичні вправи забезпечують захисну користь у запобіганні розвитку СН (первинна профілактика).

За наявності СН: покращення фізичних навантажень із тренуванням забезпечує переваги при СН (вторинна профілактика) [8]. Рівень залучення щодо толерантності до фізичного навантаження за станом здоров'я стабільних осіб із СН низький. Фізична активність — стратегія лікування. Доведено, що кардіологічна реабілітація та інші програми, що базуються на фізичних вправах, покращують якість життя і знижують госпіталізацію осіб із СН [9].

Прогноз майбутнього у хворих із СН: порушення фізичного навантаження як провідна характеристика СН використовується як прогностичний фактор.

Прогностичне значення тесту 6-хвилинного коридору ходьби доведено для пацієнтів із СН легкого та середнього ступеня. Так, відновлення частоти серцевих скорочень (ЧСС) після цього тесту, а не пройденої дистанції, є потужним прогностичним показником при СН зі зниженою та збереженою фракцією викиду порівняно із серцево-легневим тестом з фізичним навантаженням [6].

Для пацієнтів із поганою толерантністю до фізичного навантаження в тесті 6-хвилинної ходьби, короткочасній серії фізичної працездатності і тесті швидкості ходьби відмічено гірший прогноз з точки зору вищого ризику госпіталізації або смертності, ніж пацієнтів з достатньою фізичною працездатністю [2].

Більш високий рівень толерантності до фізичного навантаження у здорових осіб пов'язаний з нижчим ризиком несприятливих серцево-судинних наслідків, включаючи нижчу частоту СН, з чіткою описаним співвідношенням доза / реакція [10]. У пацієнтів із СН відзначають порушення функціональних можливостей, які пов'язані з їхнім прогнозом. Крім того, фізична функціональна продуктивність у функціональних тестах також пов'язана з прогнозом у цих пацієнтів [2]. Результати роботи Gore та співавторів демонструють, що незалежно від статі фізична активність із вищим рівнем інтен-

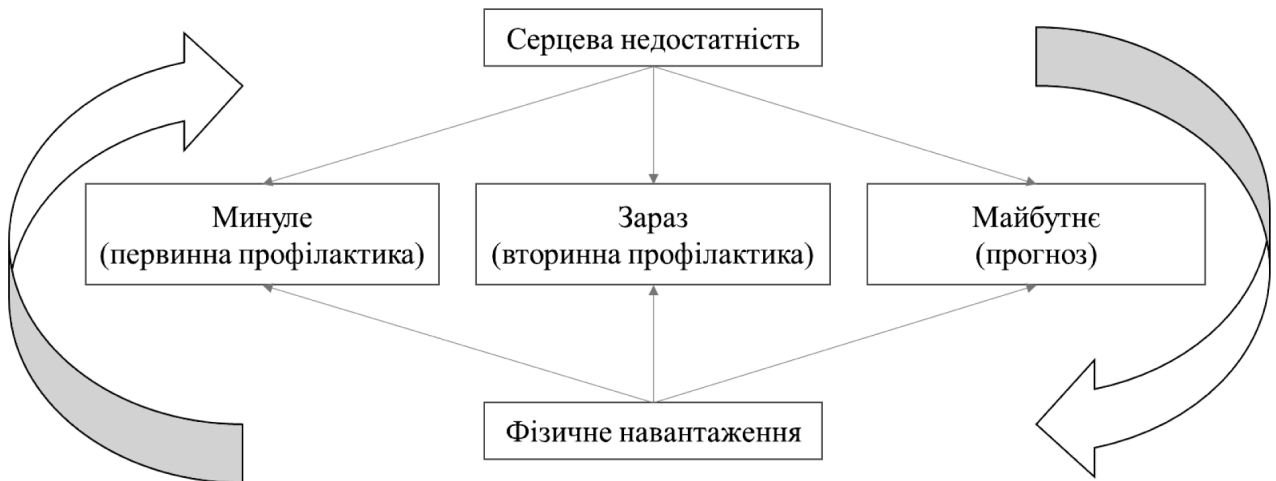


Рис. 1. Взаємодія фізичного навантаження і СН (побудовано авторами на основі [8])

сивності тісно пов'язана зі сприятливими наслідками для здоров'я людей літнього віку із СН [11].

Кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням — це діагностичний інструмент, який використовується для вимірювання серцево-судинної та легеневої функції під час фізичного навантаження. Він надає інформацію про фізичну здатність людини, фізичну форму, серцево-судинну та легеневу функцію. Інтерпретуючи його параметри, можна оцінити та діагностувати серцево-судинні захворювання, легеневі розлади та порушення обміну речовин. Задишка та втома є симптомами, які можуть бути наявні при серцево-судинних захворюваннях, таких як СН; однак інші захворювання легень і навіть погіршення загального стану можуть супроводжуватися задишкою та втомою. Комбіноване дослідження серцево-легеневої системи є цінним інструментом, який може допомогти в діагностиці та ухваленні медичних рішень, необхідних для лікування пацієнтів із СН [5, 12, 13].

Кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням відіграє центральну роль в оцінці СН. Поглинання кисню (VO_2) є одним із основних прогностичних показників СН, а також нахил співвідношення вентиляції та вуглекислого газу (VE/VCO_2). Крім того, анаеробний поріг зберігає сильну прогностичну силу при тяжкій СН, особливо якщо його виражати у відсотках від максимального прогнозованого значення VO_2 . Виходячи за межі його абсолютного значення, сучасний підхід полягає у розгляді частки прогнозованого значення для пікового VO_2 і нахилу VE/VCO_2 , таким чином дозволяє краще порівнювати їх із врахуванням значень для статі та віку. Крок уперед став можливим завдяки впровадженню надійних неінвазивних методів, які дозволяють розрахувати серцевий викид під час фізичних навантажень: метод повторного дихання інертним газом і торакальний електричний біоімпеданс. Ці методи дозволили розрахувати різницю артеріо-венозного вмісту кисню ($\Delta C(av)O_2$), значення, пов'язане з концентрацією гемоглобіну, pO_2 , м'язовою перфузією та вилученням кисню. Проте роль гемоглобіну, якою часто нехтують, є важливою, оскільки анемія є частим супутнім за-

хворюванням при СН. Нарешті, пік VO_2 традиційно визначається в лабораторних умовах під час виконання стандартизованих фізичних навантажень. Нещодавно розроблені різні переносні ергоспірометри, які дозволяють точно збирати метаболічні дані під час різних видів діяльності, що краще відтворює повсякденне життя пацієнтів із СН. Оцінка толерантності до фізичного навантаження з виконанням фізичних вправ тепер є частиною цілісного підходу із включенням даних кардіореспіраторного тесту із фізичним навантаженням у багатопараметричні прогностичні оцінки, такі як шкала МЕСКІ [14]. Виділяють 4 рівні вентиляційної класифікації (ventilatory classification — VC) при СН [5]:

- VC-I <30 — незначний ризик основних несприятливих серцевих подій (major adverse cardiac events — MACE);
- VC-II 30–35,9 — низький ризик MACE;
- VC-III 36–44,9 — помірний ризик MACE;
- VC-IV ≥ 45 — високий ризик MACE.

Під час тривалого фізичного навантаження зростає потреба в кисні для задоволення метаболічних потреб. Щоб забезпечити більше кисню для периферичних тканин під час виконання фізичних вправ, серцево-судинна система адаптується шляхом підвищення систолічного артеріального тиску, зниження системного судинного опору, збільшення кровопостачання м'язів і венозного повернення крові до серця, чому сприяє ефект стиснення литкових м'язів. Серцевий викид збільшується через підвищення як ЧСС (HR), так і ударного об'єму (SV). У той же час відзначають збільшення хвилинної вентиляції у відповідь на фізичне навантаження зі збільшенням як дихального об'єму (VT), так і частоти дихання, викликане утворенням вуглекислого газу (CO_2). Будь-яке обмеження цих фізіологічних серцево-судинних або дихальних реакцій зрештою спричинить непереносимість фізичних вправ і загальне зниження фізичної здатності. Метою кардіореспіраторного тесту із фізичним навантаженням є діагностика та локалізація причини обмеження фізичного навантаження за допомогою неінвазивних динамічних методів [15].

Серцевий викид зазвичай нормальний у спокої у пацієнтів з легкою СН, але він не збільшується при фізичному навантаженні. Пік VO_2 при СН безпосередньо пов'язаний із піковим серцевим викидом і перфузією м'язів, які тренуються. Нездатність збільшити серцевий викид знижує кровопостачання цих м'язів і може спричинити анаеробний метаболізм при менших навантаженнях і м'язову втоми. Такі пацієнти часто не досягають істинного $\text{VO}_{2\text{max}}$ і їх VO_2 наприкінці вправи називається «піком». У своїх дослідженнях Juarez та співавтори встановили, що пацієнти з $\text{VO}_2 < 14$ мл/кг/хв і нахилом $\text{VE}/\text{VCO}_2 > 35$ мають поганий прогноз [5].

Найпростіший рух, який може виконати практично будь-яка людина, і в той же час є досить великим фізичним навантаженням, є присідання. Тому саме присідання використовують у функціональних пробах як лікарі, так і тренери. Один із таких тестів розроблено в середині ХХ ст. французьким лікарем Руф'є. За результатами цього тесту розраховується індекс і визначається рівень функціонального резерву серця (табл. 2). Під час фізичних вправ нижчий коефіцієнт свідчить про меншу доставку кисню та підвищений анаеробний метаболізм, що сигналізує про захворювання, включаючи серцево-судинну систему.

Таблиця 2

Функціональні резерви серця за результатами проби Руф'є

Рівень резерву серця	Значення індексу
Високий	Менше 3
Вище середнього	4–6
Середній	7–9
Нижче середнього (задовільний)	10–14
Низький	Більше 15

Однак кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням потребує складної технології, а простіші методи вимірювання толерантності до фізичного навантаження можуть допомогти клініцистам у лікуванні пацієнтів. Останні досягнення в технології призвели до розробки портативного обладнання для тестування серцево-легеневої діяльності, яке можна використовувати під час різних звичайних фізичних навантажень, таких як ходьба вгору, підмітання підлоги та застеляння ліжка, щоб забезпечити пацієнтам і клініцистам краще розуміння поточних симптомів пацієнта. Нарешті, сучасні смарт-годинники можуть надавати важливу інформацію про кардіореспіраторну систему, виявляти несподівані клінічні проблеми та допомагати контролювати реакцію на лікування. Організоване використання цих пристроїв може сприяти управлінню певними аспектами догляду за цими пацієнтами, наприклад моніторингу лікування фібриляції передсердь [5].

Таким чином, непереносимість фізичного навантаження є клінічною ознакою пацієнтів із СН. Кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням є обстеженням першої лінії для оцінки фізичної здатності пацієнтів із СН. Однак потреба у великому досвіді оцінки анаеробного порогу і потенційний ризик, пов'язаний із надмірним фізичним навантаженням під час вимірювання пікового поглинання кисню (піковий VO_2), обмежують корисність цього тесту. Су-

часні моделі глибокого навчання для аналізу кардіореспіраторного тесту із фізичним навантаженням у реальному часі можуть точно ідентифікувати анаеробний поріг і прогнозувати піковий VO_2 . Розроблені моделі можуть бути граматною системою-помічником для оцінки стану пацієнта в режимі реального часу, розширюючи корисність тесту [3].

Штучний інтелект — це підхід, який може подолати обмеження, згадані раніше, і додати нові методи діагностики в медицину. Наприклад, комп'ютерне виявлення з використанням підходу глибокого навчання запроваджено для діагностики раку шкіри та скринінгу діабетичної ретинопатії. Штучний інтелект також застосовувався для вимірювання резерву фракційного кровотоку при серцево-судинних захворюваннях на основі коронарної комп'ютерної томографічної ангиографії. Крім того, нещодавно розроблені моделі глибокого навчання для ідентифікації пацієнтів із потенційною фібриляцією передсердь за електрокардіограмою синусового ритму [3, 4]. Ці програми вже досягли можливостей, порівнянних або кращих, ніж у експертів-клініцистів, і очікується, що підходи глибокого навчання застосовуватимуться й у подальшому, щоб подолати обмеження діагностики, що залишаються у медичній галузі.

ВИСНОВКИ

Зниження рівня толерантності до фізичного навантаження населення призводить до зниження функціональних резервів серцево-судинної системи й адаптаційного потенціалу системи кровообігу. У результаті може розвиватися захворювання серцево-судинної системи та прогресувати СН. Науковці показують сильний зв'язок між фізичними функціональними можливостями та прогнозом у пацієнтів із СН. Різноманітні тести із визначенням рівня фізичної активності використовуються для прогнозу розвитку СН. Кардіореспіраторний тест із фізичним навантаженням можна використовувати для оцінки стану пацієнтів із СН під час фізичного навантаження. Розроблені моделі глибокого навчання можуть точно передбачити анаеробний поріг пацієнта в реальному часі та пікове споживання кисню. Ці моделі можуть використовуватися клініцистами для більш об'єктивних і точних оцінок у режимі реального часу, розширюючи корисність тестів із фізичним навантаженням для прогнозування, що допоможе вчасно проводити ефективну профілактику та лікування пацієнтів різних груп ризику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wang C., Xing J., Zhao B. et al. (2022) The Effects of High-Intensity Interval Training on Exercise Capacity and Prognosis in Heart Failure and Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cardiovascular therapeutics*. Vol. 20: 4273809. doi.org/10.1155/2022/4273809.
2. Fuentes-Abolafio I.J., Stubbs B., Pérez-Belmonte L.M. et al. (2020) Physical functional performance and prognosis in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis. *BMC cardiovascular disorders*. Vol. 20(1): 512. doi.org/10.1186/s12872-020-01725-5.

3. Watanabe T., Tohyama T., Ikeda M. et al. (2024) Development of deep-learning models for real-time anaerobic threshold and peak VO₂ prediction during cardiopulmonary exercise testing. *European journal of preventive cardiology*. Vol. 31(4): 448–457. doi.org/10.1093/eurjpc/zwad375.

4. Desai R.J., Wang S.V., Vaduganathan M. et al. (2020) Comparison of Machine Learning Methods With Traditional Models for Use of Administrative Claims With Electronic Medical Records to Predict Heart Failure Outcomes. *JAMA network open*, Vol. 3(1): e1918962. doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.18962.

5. Juarez M., Castillo-Rodriguez C., Soliman D. et al. (2024) Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure. *Journal of cardiovascular development and disease*, Vol. 11(3): 70. doi.org/10.3390/jcdd11030070.

6. Yamamoto S., Yamaga T., Nishie K. et al. (2020) Impact of physical performance on prognosis among patients with heart failure: Systematic review and meta-analysis. *Journal of cardiology*, Vol. 76(2): 139–146. doi.org/10.1016/j.jjcc.2020.02.022.

7. Хронічна СН. Empendium. empendium.com/ua/chapter/B27.II.2.19.1.

8. Cattadori G., Segurini C., Picozzi A. et al. (2018) Exercise and heart failure: an update. *ESC heart failure*, Vol. 5(2): 222–232. doi.org/10.1002/ehf2.12225.

9. Amirova A., Fteropoulis T., Williams P., Haddad M. (2021) Efficacy of interventions to increase physical activity for people with heart failure: a meta-analysis. *Open heart*, Vol. 8(1): e001687. doi.org/10.1136/openhrt-2021-001687.

10. Hegde S.M., Claggett B., Shah A.M. et al. (2017) Physical Activity and Prognosis in the TOPCAT Trial (Treatment of Preserved Cardiac Function Heart Failure With an Aldosterone Antagonist). *Circulation*, Vol. 136(11): 982–992. doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.117.028002.

11. Gore S., Beyer V., Collelo J., Melton C. (2024) Associations between Physical Activity, Systemic Inflammation, and Hospital Admissions in Adults with Heart Failure. *Cardiopulmonary physical therapy journal*, Vol. 35(4): 163–173. doi.org/10.1097/cpt.0000000000000254.

12. De Souza I.M.A., Da Silveira A.D., Stein R. et al. (2022) Independent and additional value of cardiopulmonary exercise test to the New York Heart Association classification in heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.*, Vol. 79: 1440. doi.org/10.1016/S0735-1097(22)02431-7.

13. Popovic D., Guazzi M., Jakovljevic D.G. et al. (2019) Quantification of coronary artery disease using different modalities of cardiopulmonary exercise testing. *Int. J. Cardiol.*, Vol. 285: 11–13. doi.org/10.1016/j.ijcard.2019.03.012.

14. Mapelli M., Salvioni E., Mattavelli I. et al. (2023) Cardiopulmonary exercise testing and heart failure: a tale born from oxygen uptake. *European heart journal supplements: journal of the European Society of Cardiology*, Vol. 25(Suppl. C): C319–C325. doi.org/10.1093/eurheartjsupp/suad057.

15. Chambers D.J., Wisely N.A. (2019) Cardiopulmonary exercise testing—a beginner's guide to the nine-panel plot. *BJA education*, Vol. 19(5): 158–164. doi.org/10.1016/j.bjae.2019.01.009.

MODERN APPROACHES TO ASSESSING THE IMPACT OF PHYSICAL ACTIVITY ON THE PROGNOSIS OF HEART FAILURE

N.S. Titova, R.M. Kirichenko

State Institution «National Scientific Center
«Institute of Cardiology, Clinical and
Regenerative Medicine named after Academician
M.D. Strazhesko» of the National Academy
of Medical Sciences of Ukraine

Abstract. The article is devoted to the topical issue of the influence of physical activity on the prognosis of heart failure. Lifestyle and level of physical activity are important factors in the development of cardiovascular disease. Exercise intolerance is the main symptom of heart failure and is crucial because it is associated with poor quality of life and increased mortality. While impaired cardiac reserve is considered central to heart failure, reduced exercise capacity and functional capacity are the result of key patient characteristics. Scientific studies have shown that patients with heart failure have impaired functional capacity that is associated with their prognosis. In addition, physical functional performance in functional tests has also been linked. The review includes a large number of studies on the diagnosis of cardiovascular reserve capacity through the use of indices and functional tests. These include the cardiopulmonary exercise test, six-minute walk test, short-term exercise capacity series, and gait speed test. The exercise cardiorespiratory test is a specialized type of exercise test that provides a more accurate and objective assessment of cardiopulmonary function. It provides important information for the evaluation and treatment of patients with heart failure. This test measures the respiratory and cardiac response to exercise and allows you to measure maximum oxygen uptake and the ratio between minute ventilation and carbon dioxide output. These two parameters help classify patients into categories that help predict prognosis. Thus, the assessment of the functional reserve of the cardiovascular system is of great importance in the diagnosis of heart failure. For this purpose, functional tests are used to determine the functional reserve of the cardiovascular system and allow to determine the risk group for the development of heart failure and its prognosis.

Key words: cardiology, prognosis, physical activity, functional tests.

Відомості про авторів

Тітова Наталія Сергіївна — кандидатка медичних наук, старша наукова співробітниця відділу некоронарних хвороб серця, ревматології та терапії Державної установи «Національний науковий центр «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М.Д. Стражеска» Національної академії медичних наук України, Київ.

E-mail: natalikatitova21@gmail.com

ORCID: 0009-0005-7562-4058

Кириченко Роман Михайлович — кандидат медичних наук, науковий співробітник відділу некоронарних хвороб серця, ревматології та терапії Державної установи «Національний науковий центр «Інститут кардіології, клінічної та регенеративної медицини імені академіка М.Д. Стражеска» Національної академії медичних наук України, Київ.

ORCID: 0000-0003-0564-8052

Надійшла до редакції/Received: 02.05.2025

Прийнято до друку/Accepted: 21.05.2025