

Міністерство освіти і науки України

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка

Кафедра фізичної терапії, ерготерапії та здоров'я

«До захисту допускаю»

завідувач кафедри

фізичної терапії, ерготерапії та здоров'я

д. пед. н., професор

_____ Галина КОНДРАЦЬКА

«__»_____ 2026 р.

**РЕАБІЛІТАЦІЯ ХВОРИХ ПРИ ПОЄДНАННІ ХРОНІЧНОЇ
СЕРЦЕВОЇ НЕДОСТАТНОСТІ ТА МЕТАБОЛІЧНОГО СИНДРОМУ**

Спеціальність 227 Терапія та реабілітація

Магістерська робота

на здобуття кваліфікації – Магістр терапії та реабілітації за
спеціалізацією «Фізична терапія»

Автор роботи:

Демків Наталія Дмитрівна _____

підпис

Науковий керівник: доцент, к. фіз. вих. та спорту

Герасименко О.С. _____

підпис

Дрогобич, 2026

Реабілітація хворих при поєднанні хронічної серцевої недостатності та метаболічного синдрому

Анотація

У роботі теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено модель програми фізичної терапії для пацієнтів із поєднанням хронічної серцевої недостатності та метаболічного синдрому. Встановлено, що включення селективного тренування інспіраторних м'язів (ІМТ) інтенсивністю 60 % від МІР до стандартного протоколу аеробних навантажень забезпечує значне зростання сили діафрагми, що веде до пригнічення респіраторного метаборефлексу та оптимізації периферійного кровообігу. Застосування розробленої програми дозволило досягти достовірного приросту дистанції у тесті 6-хвилинної ходьби, зниження інтенсивності задишки за шкалою Борга та клінічно значущого покращення якості життя за опитувальником MLHFQ порівняно зі стандартними підходами. Практичні рекомендації спрямовані на впровадження стандартизованого протоколу респіраторної підтримки в практику фізичних терапевтів на госпітальному та амбулаторному етапах кардіореабілітації.

Ключові слова: хронічна серцева недостатність, метаболічний синдром, фізична терапія, тренування інспіраторних м'язів, максимальний інспіраторний тиск, толерантність до фізичних навантажень, якість життя.

Rehabilitation of patients with combined chronic heart failure and metabolic syndrome

Abstract

This study provides a theoretical rationale and experimental validation for a physical therapy programme designed for patients with combined chronic heart failure and metabolic syndrome. It has been established that the inclusion of selective inspiratory muscle training (IMT) at an intensity of 60% of MIP into the standard aerobic exercise protocol results in a significant increase in diaphragmatic strength, leading to the suppression of the respiratory metaboreflex and the optimisation of peripheral blood circulation. The application of the developed programme resulted in a statistically significant increase in distance covered in the 6-minute walk test, a reduction in dyspnoea intensity on the Borg scale, and a clinically significant improvement in quality of life as measured by the MLHFQ questionnaire compared to standard approaches. Practical recommendations are aimed at implementing a standardised respiratory support protocol into the practice of physiotherapists during the inpatient and outpatient phases of cardiac rehabilitation.

Keywords: chronic heart failure, metabolic syndrome, physical therapy, inspiratory muscle training, peak inspiratory pressure, exercise tolerance, quality of life.

Зміст

Список скорочень.....	5
Вступ.....	6
Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	14
1.1. Хронічна серцева недостатність (ХСН) як медико-соціальна проблема.....	14
1.2. Метаболічний синдром (МС): визначення, поширеність і патогенез.....	15
1.3. Взаємозв'язок ХСН та МС.....	17
1.4. Фізична терапія та кардіореабілітація пацієнтів із ХСН і МС.....	19
1.5. Дисфункція дихальних м'язів при ХСН та їх тренування.....	21
Розділ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	23
2.1. База та організація дослідження.....	23
2.2. Дизайн дослідження та схема формування груп.....	24
2.3. Клініко-демографічна характеристика хворих.....	26
2.4. Критерії включення та виключення пацієнтів.....	27
2.5. Опис методів фізичної терапії та інструментів оцінювання.....	28
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	33
3.1. Вихідна клініко-функціональна характеристика обстежених хворих.....	33
3.2. Динаміка клініко-функціонального стану та толерантності до фізичного навантаження пацієнтів у ході фізичної терапії.....	36
3.3. Зміни функціонального стану дихальних м'язів під впливом фізичної терапії.....	39
3.4. Вплив програми фізичної терапії на антропометричні та метаболічні показники.....	41
3.5. Динаміка показників якості життя пацієнтів у процесі фізичної терапії.....	43
3.6. Обговорення результатів.....	45
Висновки.....	48
Практичні рекомендації.....	50
Додатки.....	52
Додаток А.....	52
Додаток Б.....	56
Додаток В.....	58
Список використаних джерел.....	59

Список скорочень

ExCR - кардіореабілітація на основі фізичних тренувань (англ. exercise-based cardiac rehabilitation).

MLHFQ - Мінесотський опитувальник якості життя пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю (англ. Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire).

sham-ІМТ - імітаційне тренування інспіраторних м'язів, яке виконує роль плацебо-контролю у клінічних дослідженнях.

ЕЖ - ендокардіальний жир.

ІМТ - тренування інспіраторних м'язів (англ. inspiratory muscle training).

МІТ - максимальний інспіраторний тиск (англ. maximal inspiratory pressure).

МС - метаболічний синдром.

ТШХ - тест з шестихвилинною ходьбою.

ФВ ЛШ - фракція викиду лівого шлуночка.

ХСН - хронічна серцева недостатність.

Вступ

Актуальність теми. Серцево-судинні захворювання залишаються провідною причиною смертності та інвалідизації дорослого населення, а хронічна серцева недостатність (ХСН) розглядається як кінцева стадія більшості серцево-судинних захворювань і ключовий чинник зниження якості життя пацієнтів [6; 8; 9; 23]. Одночасно зростає поширеність метаболічного синдрому (МС), що поєднує абдомінальне ожиріння, артеріальну гіпертензію, атерогенну дисліпідемію та порушення вуглеводного обміну і суттєво підвищує ризик розвитку серцево-судинних ускладнень [4; 16; 22; 39]. Комбінація ХСН і МС формує так званий кардіо-метаболічний фенотип пацієнта, для якого характерні більш тяжкий клінічний перебіг, часті госпіталізації та гірший прогноз порівняно з ізольованою серцевою недостатністю [1; 3; 13; 36].

У низці клінічних досліджень показано, що наявність МС у хворих на ХСН пов'язана з підвищеним ризиком серцево-судинної та загальної смертності, прогресування серцевої недостатності, розвитку повторних госпіталізацій і погіршення функціонального статусу [13; 17; 24; 34]. Патофізіологічна основа цього поєднання патологій включає системне запалення, оксидативний стрес, ендотеліальну дисфункцію, нейрогуморальну активацію, інсулінорезистентність та ремоделювання міокарда й периферичних м'язів, що взаємно підсилюють одне одного і ведуть до прогресуючого зменшення толерантності до фізичного навантаження [16; 25; 35; 39]. У таких пацієнтів спостерігається комбінація вираженої задишки, швидкої втомлюваності, зниження толерантності до навантаження та зниження якості життя, що зумовлює високу потребу в індивідуалізованих програмах реабілітації з урахуванням двох складових: серцевої і метаболічної [5; 12; 20; 36].

Сучасні міжнародні настанови з ведення хворих на ХСН розглядають фізичні тренування як невід’ємний компонент комплексного лікування, поряд із медикаментозною терапією та модифікацією способу життя [6; 16; 23; 41]. Зокрема, участь у програмі ExCR (exercise-based cardiac rehabilitation) поєднується зі зниженням ризику госпіталізацій, покращенням толерантності до навантаження та значущим підвищенням показників якості життя, що підтверджено метааналізами рандомізованих досліджень [12; 28; 30]. У систематичному огляді Molloy та співавт. (2023) продемонстровано, що програми фізичної реабілітації у хворих на ХСН зменшують частоту госпіталізацій і забезпечують клінічно значуще покращення загального балу Міннесотського опитувальника якості життя пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю MLHFQ (Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire) [28; 30]. Мережевий метааналіз Liu та співавт. (2025) показав, що різні режими тренування (аеробні, комбіновані, високоінтенсивні інтервальні, силові та тренування дихальних м’язів) істотно покращують пікове споживання кисню, фракцію викиду лівого шлуночка, дистанцію шестихвилинної ходьби та показники якості життя у пацієнтів із ХСН, причому високоінтенсивні інтервальні тренування демонструють найвищу ефективність щодо ряду показників [28; 42].

Окрема група досліджень присвячена впливу кардіореабілітації на метаболічний профіль та перебіг МС. Систематичний огляд Ahmad та співавт. показав, що участь у програмах кардіореабілітації у пацієнтів із МС та серцево-судинними захворюваннями сприяє зниженню маси тіла, окружності талії, артеріального тиску, тригліцеридів та рівня глюкози, а також підвищенню рівня ліпопротеїнів високої щільності [12; 18; 20]. У клінічних дослідженнях продемонстровано, що довготривалі програми ExCR (кардіореабілітація на основі фізичних тренувань - exercise-based cardiac rehabilitation) у пацієнтів з

МС із та без ішемічної хвороби серця сприяють стійкому покращенню метаболічних параметрів та зменшенню кардіоваскулярного ризику [18; 20; 38]. Поєднання кардіореабілітації із зміною харчування та обмеженням часу прийому їжі може забезпечувати часткову ремісію МС. Однак комплексні моделі фізичної терапії, які орієнтовані саме на пацієнтів із поєднанням ХСН та МС і включають специфічні втручання, залишаються недостатньо розробленими та підтвердженими в клінічній практиці [13; 16; 36].

Важливим, але часто недооціненим компонентом патофізіології ХСН є дисфункція дихальних м'язів. У хворих із ХСН описано гістологічні та біохімічні зміни діафрагми, зниження максимального інспіраторного тиску (МІТ), працездатності дихальних м'язів та швидкий розвиток їхньої втоми, що поєднується з більш вираженою задишкою та порушенням функціонального стану [7; 10; 11; 15]. Традиційні програми аеробних тренувань частково коригують периферичну м'язову дисфункцію, проте їхній вплив на інспіраторні м'язи є обмеженим, що створює передумови для включення ІМТ у комплекс реабілітації [2; 7; 11; 15].

У багатоцентровому рандомізованому дослідженні Vent-HeFT, проведеному Adamopoulos та співавт., додавання ІМТ до стандартної програми аеробних тренувань у пацієнтів із ХСН (NYHA II–III, фракція викиду лівого шлуночка <35%) привело до статистично значущого збільшення максимального інспіраторного тиску (МІТ), покращення якості життя за MLHFQ, зменшення вираженості задишки, а також зниження рівнів С-реактивного білка та NT-proBNP порівняно з групою, яка виконувала лише аеробні тренування із імітаційним тренуванням інспіраторних м'язів. При цьому в обох групах відзначали підвищення $\dot{V}I_{max}$, толерантності до навантаження ($peak\ VO_2$) та покращення показників ремоделювання лівого шлуночка, що підтверджує безпеку і доцільність поєднання ІМТ з аеробними тренуваннями

[11; 15]. Результати інших рандомізованих досліджень та систематичних оглядів засвідчують, що ІМТ у хворих на ХСН достовірно підвищує силу та витривалість дихальних м'язів, збільшує дистанцію шестихвилинної ходьби й покращує показники якості життя, а у частини пацієнтів супроводжується зменшенням активації симпатичної нервової системи та запального статусу [15; 19; 27; 37].

Додаткові дані щодо системних ефектів ІМТ отримані в дослідженнях за участю інших категорій пацієнтів із хронічними захворюваннями. Musa-Güneş та співавт. продемонстрували, що восьмитижнева програма ІМТ при навантаженні 50% від максимального інспіраторного тиску у хворих з хворобою Паркінсона приводить до достовірного збільшення пікового споживання кисню, сили дихальних і периферичних м'язів, витривалості дихальних м'язів, рівня фізичної активності та якості життя. Автори пов'язують ці ефекти з покращенням вентиляції, зменшенням активності респіраторного метаборефлексу та більш ефективним використанням кисню скелетними м'язами, що узгоджується з даними Moreno та співавт. про покращення оксигенації міжреберних м'язів і м'язів передпліччя у хворих на ХСН після курсу ІМТ [19; 31]. Така сукупність змін свідчить, що тренування інспіраторних м'язів (ІМТ) може мати не лише локальний, а й системний вплив на функціональний стан пацієнтів із хронічною серцево-судинною патологією [15; 19; 21].

У вітчизняних клінічних протоколах і навчально-методичних працях з кардіології та фізичної терапії підкреслюється важливість ранньої, поетапної кардіореабілітації, раціонального підбору засобів лікувальної фізичної культури, дихальної гімнастики, дозованої ходьби та тренувальних програм із урахуванням функціонального класу ХСН [6; 7; 8]. Разом з тим питання стандартизованого застосування ІМТ у пацієнтів із поєднанням ХСН та МС,

вибору оптимальних параметрів навантаження дихальних м'язів і місця цього методу у структурі комплексної програми фізичної терапії залишаються мало висвітленими у вітчизняній літературі [2; 3; 5].

З огляду на вищевикладене, особливої актуальності набуває розробка та обґрунтування моделі програми фізичної терапії для пацієнтів із поєднаною ХСН та МС, яка б поєднувала сучасні підходи до кардіореабілітації з цілеспрямованим тренуванням дихальних м'язів, а також оцінка її ефективності за клінічними, функціональними й метаболічними показниками [11; 12; 28; 30; 36]

Об'єктом дослідження є процес фізичної терапії хворих із поєднанням хронічної серцевої недостатності та метаболічного синдрому в умовах стаціонарної та амбулаторної кардіореабілітації.

Предметом дослідження є програма фізичної терапії з включенням тренування дихальних м'язів, її структура, зміст, параметри дозування та вплив на клініко-функціональний стан і метаболічний профіль пацієнтів із ХСН та МС.

Метою дослідження є обґрунтувати та описати модель програми фізичної терапії з включенням тренування дихальних м'язів у пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю та метаболічним синдромом, а також проаналізувати результати її застосування.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язання таких основних завдань дослідження:

1. теоретично проаналізувати сучасні вітчизняні та зарубіжні джерела щодо особливостей перебігу ХСН у поєднанні з МС, патофізіологічних механізмів їх взаємного обтяження та ролі фізичної терапії й тренування дихальних м'язів у цій категорії хворих;

2. охарактеризувати вихідний клініко-функціональний стан, толерантність до фізичного навантаження, функцію дихальних м'язів, показники якості життя та компоненти метаболічного синдрому у відібраної когорти пацієнтів із ХСН та МС;
3. розробити модель програми фізичної терапії з включенням тренування інспіраторних м'язів (ІМТ), визначити її структурні блоки, види й інтенсивність фізичних навантажень, параметри ІМТ та критерії безпеки;
4. експериментально оцінити ефективність запропонованої програми за динамікою клінічних симптомів, толерантності до навантаження, показників функції дихальних м'язів, якості життя та метаболічних параметрів у порівнянні з вихідними даними та/або стандартною програмою реабілітації;
5. розробити практичні рекомендації щодо впровадження даної програми в клінічну практику фізичних терапевтів у кардіологічних відділеннях.

Робоча гіпотеза дослідження полягає в тому, що включення цілеспрямованого тренування інспіраторних м'язів до комплексної програми фізичної терапії хворих із поєднанням ХСН та МС забезпечить більш виражене покращення толерантності до фізичного навантаження, зменшення вираженості задишки, підвищення сили й витривалості дихальних м'язів, оптимізацію окремих компонентів метаболічного синдрому та якості життя порівняно зі стандартними програмами кардіореабілітації без ІМТ.

Методи дослідження ґрунтувалися на поєднанні теоретичних і емпіричних підходів.

До теоретичних методів належить системний аналіз, узагальнення та критичне осмислення сучасних літературних джерел щодо проблеми ХСН, МС, кардіореабілітації та тренування дихальних м'язів.

Емпіричні методи включали клінічне обстеження та оцінку функціонального стану серцево-судинної й дихальної систем (визначення класу за NYHA, частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, толерантності до фізичного навантаження за тестом із шестихвилинною ходьбою, оцінка задишки за шкалою Борга, антропометричні вимірювання (індекс маси тіла, окружність талії), лабораторні показники (ліпідний профіль, глікемія натще, HbA1c) та оцінку якості життя за MLHFQ [11; 12; 18; 19; 28; 30].

Наукова новизна полягає у комплексному обґрунтуванні та експериментальній перевірці моделі програми фізичної терапії для хворих із поєднанням ХСН та МС, яка інтегрує стандартні компоненти кардіореабілітації з цілеспрямованим тренуванням дихальних м'язів на основі сучасних доказових підходів, а також в системній оцінці взаємозв'язків між змінами функції дихальних м'язів, толерантністю до фізичного навантаження та компонентами метаболічного синдрому у цієї категорії пацієнтів.

Практичне значення роботи полягає у можливості використання запропонованої моделі програми фізичної терапії в клінічній діяльності фізичних терапевтів та кардіореабілітаційних відділень для індивідуалізованого ведення пацієнтів із ХСН та МС, що потенційно сприятиме зниженню частоти госпіталізацій, підвищенню толерантності до фізичного навантаження, покращенню контролю метаболічних факторів ризику й якості життя. Отримані результати можуть бути використані при розробці локальних клінічних протоколів, а також у подальших дослідженнях, спрямованих на оптимізацію реабілітаційних втручань у кардіологічних пацієнтів.

Апробація. результати дослідження представлені на VII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Шляхи розвитку рухової активності молоді України» 14 травня 2026 р. у м. Дрогобич, та опубліковані у її матеріалах.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи – 62 сторінки тексту. Робота містить 8 таблиць, 5 рисунків та 3 додатки.

Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Хронічна серцева недостатність (ХСН) як медико-соціальна проблема

Хронічна серцева недостатність (ХСН) являє собою складний клінічний синдром, що виникає внаслідок структурних і/або функціональних порушень серця, які перешкоджають адекватному наповненню шлуночків або викиду крові, зумовлюючи підвищення внутрішньосерцевого тиску чи зниження серцевого викиду в стані спокої або під час фізичної активності. Згідно з сучасними даними, поширеність ХСН у розвинених країнах становить 1–2 % серед дорослого населення, при цьому ризик її виникнення суттєво зростає з віком, досягаючи 10 % і більше серед осіб старших за 70 років. Попри значний прогрес у фармакотерапії, прогноз для пацієнтів залишається несприятливим через високу частоту повторних госпіталізацій, низькі показники виживаності та стійку тенденцію до зростання захворюваності.

Сучасна класифікація ХСН базується на величині фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ), що дозволяє виокремити три основні фенотипи: серцеву недостатність зі зниженою (≤ 40 %, HF_rEF), помірно зниженою (41–49 %, HF_{mr}EF) та збереженою (≥ 50 %, HF_rEF) фракцією викиду [1; 4; 11; 12]. Кожен із цих варіантів має специфічні патофізіологічні механізми, відрізняється за коморбідним профілем та відповіддю на терапевтичні втручання. Зокрема, фенотип HF_rEF дедалі частіше асоціюється з пандемією ожиріння та метаболічних розладів.

Клінічна картина синдрому, що включає задишку, швидку втомлюваність, набряки та виражене зниження толерантності до фізичних навантажень, суттєво обмежує повсякденну активність пацієнтів і погіршує якість їхнього життя. Це формує значний соціально-економічний тягар для систем охорони здоров'я,

зумовлений високою вартістю стаціонарного лікування декомпенсацій та потребою в організації тривалих реабілітаційних заходів [18; 20; 21].

Особливістю сучасного перебігу ХСН є її часто поєднання з метаболічним синдромом (МС), компоненти якого – ожиріння, артеріальна гіпертензія та цукровий діабет 2-го типу – виступають не лише предикторами розвитку серцевої дисфункції, а й незалежними факторами погіршення прогнозу [7; 23; 25]. Метаболічні порушення через механізми системного запалення та ліпотоксичності прискорюють ремоделювання міокарда, що вимагає розробки комплексних програм фізичної терапії, спрямованих на корекцію як кардіальних, так і метаболічних показників [3; 19; 23]. Відповідно до вітчизняних та міжнародних рекомендацій, ведення таких хворих повинно ґрунтуватися на поєднанні оптимальної медикаментозної терапії з модифікацією способу життя та впровадженням мультидисциплінарного підходу до реабілітації [1; 4; 26].

1.2. Метаболічний синдром (МС): визначення, поширеність і патогенез

Метаболічний синдром (МС) на сучасному етапі розвитку медицини розглядається як кластер взаємопов'язаних чинників кардіоваскулярного ризику, що мають спільну патогенетичну основу [5; 8]. Згідно з модифікованими критеріями NCEP АТР III та IDF, діагноз МС встановлюється за наявності трьох або більше симптомів, серед яких ключовими є: абдомінальне ожиріння (окружність талії >102 см у чоловіків і >88 см у жінок), артеріальна гіпертензія ($\geq 130/85$ мм рт. ст.), гіпертригліцеридемія ($\geq 1,7$ ммоль/л), знижений рівень холестерину ЛПВЩ та підвищений рівень глікемії натще ($\geq 5,6$ ммоль/л) [4; 5]. В українських наукових працях зазначається, що перелік «класичних» критеріїв наразі доповнюється такими ознаками, як мікроальбумінурія, гіперурикемія та імунозапальний процес [6].

Епідеміологічні дані свідчать про те, що поширення МС набуло масштабів пандемії, що зумовлено переважно малорухливим способом життя та надмірним споживанням калорій [3; 4]. Встановлено, що МС підвищує ризик розвитку цукрового діабету (ЦД) 2-го типу та серцево-судинних захворювань, включаючи хронічну серцеву недостатність, у кілька разів [1; 4].

Центральною ланкою патогенезу МС є дисфункціональна жирова тканина, насамперед її вісцеральні депо, які функціонують як активний ендокринний орган. При вісцеральному ожирінні спостерігається хронічне системне запалення низької інтенсивності. Адипоцити секретують широкий спектр прозапальних цитокінів, таких як фактор некрозу пухлин- α (TNF- α) та інтерлейкін-6 (IL-6), що призводять до розвитку ендотеліальної дисфункції та оксидативного стресу. Особливе значення має порушення секреції адипокінів: зниження концентрації протизапального адипонектину та підвищення рівнів лептину й резистину, що сприяє інфільтрації міокарда макрофагами, стимуляції фібробластів та розвитку інтерстиціального фіброзу [7; 9].

Окрему роль у формуванні патології серця при МС відіграє епікардіальний жир (ЕЖ). Завдяки безпосередній анатомічній близькості до міокарда, ЕЖ чинить паракринний вплив, провокуючи локальне запалення та жорсткість шлуночків. У пацієнтів із МС збільшення об'єму ЕЖ асоціюється з підвищенням внутрішньосерцевого тиску та розвитком серцевої недостатності зі збереженою фракцією викиду [7; 8].

Важливим механізмом прогресування МС є інсулінорезистентність, яка у поєднанні з ліпотоксичністю запускає «порочне коло»: гіпертригліцеридемія та стеатоз печінки посилюють стійкість тканин до інсуліну, що стимулює гіперактивацію ренін-ангіотензин-альдостеронової (РААС) та симпатичної нервової систем. Це призводить до накопичення кінцевих продуктів глікації, затримки натрію та пошкодження мітохондрій кардіоміоцитів. Певну

протективну роль у корекції дисліпідемії за умов метаболічного стресу може відігравати анорексигенний пептид несфатин-1.

В українських публікаціях наголошується на ролі способу життя (гіподинамія, надмірне споживання калорій, переважання ультраоброблених продуктів) у виникненні та прогресуванні МС, а також на важливості немедикаментозних втручань – раціонального харчування, дозованої фізичної активності, зниження маси тіла – у структурі комплексного менеджменту кардіо-ренометаболічного пацієнта [2; 5; 8].

Сучасна стратегія ведення пацієнтів базується на концепції кардіо-рено-метаболічного синдрому, що передбачає комплексний підхід до контролю ваги, артеріального тиску та вуглеводного обміну [6]. Оскільки МС є зворотним станом, першочергове значення має модифікація способу життя: підвищення фізичної активності та раціональне харчування, що дозволяє зменшити об'єми вісцерального жиру та покращити функціональний стан серцево-судинної системи [1; 6; 11].

1.3. Взаємозв'язок ХСН та МС

Сучасні наукові дані свідчать, що метаболічний синдром (МС) є не лише незалежним фактором ризику розвитку атеросклерозу, а й потужним предиктором виникнення та прогресування хронічної серцевої недостатності (ХСН) [2; 3]. Встановлено, що наявність МС підвищує ризик розвитку серцевої дисфункції у 1,5–2 рази, причому цей зв'язок зберігається навіть після корекції на традиційні чинники, такі як тютюнопаління чи перенесений інфаркт міокарда. Особливо значущими компонентами МС, що зумовлюють цей ризик, є абдомінальне ожиріння, артеріальна гіпертензія та порушення вуглеводного обміну [8; 11].

У пацієнтів із ХСН компоненти МС зустрічаються значно частіше, ніж у загальній популяції, що дозволяє виокремити специфічний кардіо-метаболічний

фенотип хворого [1; 4]. Патолофізіологічною основою такої коморбідності є системне запалення низької інтенсивності, інсулінорезистентність та нейрогуморальна активація. Вісцеральна жирова тканина при МС функціонує як активний ендокринний орган, секретуючи прозапальні цитокіни (TNF- α , IL-6), які потрапляють у системний кровообіг і спричиняють пошкодження міокарда, мікросудинну дисфункцію та інтерстиціальний фіброз [3; 9].

Особливу роль у взаємозв'язку цих станів відіграє епікардіальний жир (ЕЖ). Його збільшення безпосередньо асоційоване з розвитком серцевої недостатності зі збереженою фракцією викиду (СНзбФВ) 1 4. ЕЖ через паракринний вплив стимулює інфільтрацію міокарда макрофагами, що веде до підвищення жорсткості шлуночків та порушення їхнього діастолічного наповнення. Крім того, інсулінорезистентність та гіперглікемія сприяють накопиченню кінцевих продуктів глікації (AGE), які посилюють оксидативний стрес у кардіоміоцитах та порушують їхній енергетичний метаболізм 2 5.

Прогностичне значення МС при ХСН має неоднозначний характер, що в літературі описується як «парадокс ожиріння». Згідно з результатами масштабного аналізу GISSI-HF, у пацієнтів із симптоматичною ХСН наявність МС асоціювалася зі зниженням ризику загальної та серцево-судинної смертності на 17 % та 24 % відповідно порівняно з хворими без метаболічних порушень [6]. Проте автори зауважують, що цей «протективний» ефект стосується саме пацієнтів з МС без цукрового діабету, тоді як ізольований діабет характеризується найгіршим прогнозом [6]. Водночас поєднання ХСН та МС супроводжується більш вираженим симптоматичним статусом (вищі класи за NYHA), частими госпіталізаціями та значним зниженням якості життя через виражену задишку й м'язову втомлюваність [4; 6].

Виділення цих взаємозв'язків призвело до впровадження терміна «кардіо-рено-метаболічний синдром», який підкреслює єдність ураження серця, нирок

та метаболічної системи 3. Формується «порочне коло»: інсулінорезистентність стимулює гіперактивацію симпатичної нервової та ренін-ангіотензин-альдостеронової систем, що призводить до затримки натрію, підвищення артеріального тиску та подальшого ремоделювання міокарда. Таким чином, менеджмент пацієнтів із поєднаною патологією вимагає поєданого підходу, спрямованого як на оптимізацію гемодинаміки, так і на корекцію метаболічного профілю за допомогою засобів фізичної терапії та модифікації способу життя [3; 5].

1.4. Фізична терапія та кардіореабілітація пацієнтів із ХСН і МС

Фізичні тренування є одним із ключових компонентів сучасної стратегії лікування ХСН, що відображено у рекомендаціях провідних кардіологічних товариств. Згідно з вітчизняними рекомендаціями (2024), фізичні вправи показані всім стабільним пацієнтам (Клас I, Рівень A) з метою збільшення витривалості, покращення якості життя та зниження частоти госпіталізацій. Інтервенції, ґрунтовані на фізичних тренуваннях, розглядаються як обов'язковий елемент комплексного ведення пацієнтів поряд із оптимальною медикаментозною терапією та модифікацією способу життя [2].

Доказова база ефективності програм реабілітації на основі фізичних вправ (ExCR – exercise-based cardiac rehabilitation) постійно оновлюється. У систематичному огляді Molloy та співавт. (2023) продемонстровано, що участь у ExCR у хворих на ХСН асоційована зі зниженням відносного ризику госпіталізації (RR 0,69) та клінічно значущим покращенням показників якості життя за опитувальником MLHFQ (зменшення сумарного балу на 7–10 пунктів) [3; 4]. При цьому позитивний ефект спостерігається незалежно від форми організації реабілітації: стаціонарної, домашньої з цифровою підтримкою або гібридної моделі [4; 5].

Мережевий метааналіз Liu та співавт. (2025) підтвердив, що різні режими тренувань – аеробні, комбіновані (аеробні + силові) та високоінтенсивні інтервальні тренування істотно покращують пікове споживання кисню, фракцію викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) та дистанцію шестихвилинної ходьби. Згідно з показниками SUCRA, саме високоінтенсивні інтервальні тренування часто демонструють найвищу ефективність щодо приросту функціональної здатності та систолічної функції міокарда. Аеробні тренування залишаються найбільш практичним методом, що покращує ендотеліальну функцію через активацію мітохондріального обміну [8].

Окреме значення має вплив кардіореабілітації на метаболічний статус. У пацієнтів із МС участь у програмах ExCR сприяє зниженню маси тіла, окружності талії, артеріального тиску, рівня тригліцеридів та глюкози, а також підвищенню концентрації ліпопротеїнів високої щільності [9; 10]. Тривалі програми аеробних тренувань забезпечують стійке покращення метаболічного профілю та зменшення сумарного кардіоваскулярного ризику [20; 31]. Зміна способу життя, що включає підвищення фізичної активності, є найбільш істотним заходом для контролю маси тіла та зниження інсулінорезистентності [12; 13].

Важливою складовою реабілітації хворих на ХСН є тренування дихальних м'язів (ІМТ). У багатоцентровому дослідженні Vent-HeFT було встановлено, що додавання ІМТ (60 % від стійкого максимального інспіраторного тиску) до стандартної аеробної програми забезпечує додатковий приріст роботи інспіраторних м'язів (SPI_{max}), значуще зменшення задишки та покращення якості життя порівняно з імітаційним втручанням. Це підтверджує доцільність включення ІМТ у структуру комплексних реабілітаційних програм, особливо для пацієнтів із вираженою слабкістю дихальної мускулатури.

Таким чином, для пацієнтів із кардіо-метаболічним фенотипом (ХСН + МС) необхідний інтегрований підхід, що поєднує засоби фізичної терапії, спрямовані як на оптимізацію кардіореспіраторної функції, так і на корекцію метаболічних порушень [28; 32].

1.5. Дисфункція дихальних м'язів при ХСН та їх тренування

Сучасна концепція розвитку симптомів хронічної серцевої недостатності (ХСН) базується на «м'язовій гіпотезі», яка стверджує, що першоджерелом задишки та втомлюваності є не лише порушення центральної гемодинаміки, а й виражені зміни у стані скелетних м'язів. Встановлено, що у пацієнтів із ХСН слабкість інспіраторних м'язів спостерігається навіть більшою мірою, ніж атрофія м'язів нижніх кінцівок. Слабкість дихальної мускулатури, яка діагностується при зниженні МІТ (максимальний інспіраторний тиск - *maximal inspiratory pressure*) менше ніж 70 % від належних значень або нижче 60 см Н₂О, зустрічається приблизно у 50 % хворих на ХСН і є незалежним предиктором несприятливого прогнозу та високої смертності.

Патофізіологічною основою дисфункції дихальних м'язів є гістологічні та біохімічні зміни діафрагми, що включають атрофію волокон, зниження окислювальної здатності мітохондрій та зміну співвідношення м'язових волокон із переходом від повільних (тип I) до швидких (тип IIb). Ці зміни відбуваються під впливом системного запалення, тканинної гіпоксії та хронічного перевантаження респіраторної системи через підвищену жорсткість легень та застійні явища. Внаслідок цього формується дезадаптивний паттерн дихання з подовженим часом вдиху та коротким видихом, що призводить до ранньої втоми дихальних м'язів.

Ключовим механізмом, що обмежує толерантність до навантажень, є активація респіраторного метаборефлексу. При втомі дихальних м'язів накопичуються продукти метаболізму, що стимулюють хеморецептори та

активують симпатичну нервову систему. Це викликає виражену периферійну вазоконстрикцію та перерозподіл кровотоку від робочих м'язів кінцівок до діафрагми, що посилює м'язову втомлюваність, викликає ранній лактоацидоз та провокує інтенсивну задишку.

Тренування інспіраторних м'язів (ІМТ) розглядається як ефективний засіб фізичної терапії, здатний розірвати це «порочне коло». Метод полягає у виконанні дихальних вправ проти дозованого опору, що забезпечується спеціальними тренажерами. У дослідженні Vent-HeFT було продемонстровано, що додавання ІМТ (інтенсивністю 60 % від стійкого максимального інспіраторного тиску) до програми аеробних вправ забезпечує достовірне підвищення працездатності дихальних м'язів, значне зменшення задишки та покращення якості життя за опитувальником MLHFQ порівняно з імітаційним втручанням.

Згідно з даними мережевого метааналізу Liu та співавт. (2025), ІМТ сприяє підвищенню пікового споживання кисню та збільшенню дистанції у тесті шестихвилинної ходьби (ТШХ). Системні ефекти ІМТ також включають зниження рівнів прозапальних маркерів (С-реактивного білка) та NT-proBNP, покращення вегетативного балансу через стимуляцію вагусного тону та пригнічення симпатичної гіперактивності. Крім того, ІМТ сприяє підвищенню оксигенації периферійних м'язів за рахунок пригнічення респіраторного метаборексусу, що дозволяє пацієнтам виконувати більший обсяг фізичної роботи.

Таким чином, включення ІМТ у програми реабілітації пацієнтів із ХСН та метаболічним синдромом є патогенетично обґрунтованим, оскільки дозволяє не лише покращити функцію дихальної системи, а й підвищити загальну толерантність до фізичних навантажень та зменшити кардіо-метаболічний ризик.

Розділ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. База та організація дослідження

Дослідження було організовано на базі кардіологічного відділення комунального некомерційного підприємства «Трускавецька міська лікарня» Трускавецької міської ради та амбулаторного реабілітаційного відділення, що надають медичну допомогу хворим із серцево-судинними захворюваннями, зокрема з хронічною серцевою недостатністю (ХСН). Вибір такої бази був зумовлений необхідністю забезпечення стандартизованого медикаментозного лікування згідно з чинними національними (ВАКУ, 2024) та міжнародними рекомендаціями, а також наявністю інструментальної діагностичної апаратури: ехокардіографії, електрокардіографії, спірометрії та можливостей для лабораторного моніторингу.

Організаційна структура дослідження базувалася на мультидисциплінарному підході, що передбачав тісну взаємодію між кардіологами, фізичними терапевтами, лікарями функціональної діагностики та, за потреби, ендокринологами. Така координація фахівців забезпечувала системне спостереження за пацієнтами з кардіо-метаболічним профілем та дозволяла оперативно коригувати реабілітаційну програму залежно від відповіді організму на навантаження.

Процес фізичної терапії був розділений на два основні етапи:

Госпітальний етап (1–2 тижні): реалізовувався в умовах стаціонару та був спрямований на клініко-функціональне обстеження, стабілізацію стану, оцінку функціонального класу (ФК) за класифікацією NYHA, стратифікацію ризику та початкове навчання пацієнтів принципам модифікації способу життя.

Амбулаторний етап (4–12 тижнів), де впроваджувалася основна модель втручання з включенням селективного тренування інспіраторних м'язів (ІМТ)

та дозованих аеробних навантажень під регулярним моніторингом толерантності до навантаження.

Методика обстеження на базі дослідження включала як інструментальні методи, так і класичні підходи фізикальної діагностики (пальпація прекардіальної ділянки, топографічна перкусія серця, послідовна аускультация та тонометрія за Коротковим) для забезпечення безпеки занять. Особлива увага приділялася навчанню пацієнтів методам самоконтролю (оцінка задишки за шкалою Борга, контроль ЧСС та АТ), що є критично важливим для хворих старшого віку та осіб із множинною патологією.

Етичні аспекти дослідження відповідали вимогам Гельсінської декларації та українського законодавства. Усі пацієнти були детально поінформовані про мету втручання, можливі переваги та ризики застосування ІМТ, після чого надавали письмову інформовану згоду на участь та обробку персональних даних.

2.2. Дизайн дослідження та схема формування груп

За своїм характером дане дослідження є проспективним порівняльним клінічним випробуванням, дизайн якого базується на зіставленні результатів застосування основної моделі втручання зі стандартними протоколами кардіореабілітації. Методологія дослідження відповідає принципам доказової фізичної терапії та спирається на протоколи багатоцентрових рандомізованих досліджень, зокрема Vent-HeFT.

До дослідження було залучено 16 пацієнтів із поєднанням хронічної серцевої недостатності (ХСН) та метаболічного синдрому (МС), які випадковим чином (із використанням методу блокової рандомізації для забезпечення рівномірного наповнення груп) були розподілені на дві групи:

Основна група (ОГ, n=8) – пацієнти проходили комплексну програму фізичної терапії, що включала структуровані аеробні тренування (АТ) та

селективне тренування інспіраторних м'язів (ІМТ). Для респіраторних тренувань використовувався пристрій Philips Respironics Threshold ІМТ, на якому встановлювався опір інтенсивністю 60 % від індивідуального максимального інспіраторного тиску (МІТ).

Контрольна група (КГ, n=8) – пацієнти отримували стандартну програму кардіореабілітації (аеробні навантаження) у поєднанні з імітаційним втручанням (sham-ІМТ). Використовувався ідентичний тренажер, проте рівень опору був мінімальним (10 % від МІТ), що дозволяло забезпечити ефект плацебо та «засліплення» пацієнтів без досягнення реального тренувального впливу на діафрагму.

Рандомізація та засліплення проводилися для мінімізації ризику упередженості оцінок. Застосовувався принцип, за якого пацієнти не були поінформовані про рівень опору на їхніх тренажерах.

Етапність дослідження передбачала три фази протягом 12-тижневого курсу:

- Вихідне обстеження: оцінка антропометричних показників (ІМТ, ОТ), ліпідного та вуглеводного профілю, толерантності до навантаження (ТШХ), сили дихальних м'язів (МІТ) та якості життя за MLHFQ.
- Період втручання: реалізація програми реабілітації, що включала госпітальний етап (навчання та адаптація) та тривалий амбулаторний етап тренувань.
- Контрольне обстеження: повторна оцінка всіх параметрів для аналізу динаміки стану пацієнтів під впливом фізичної терапії.

При формуванні груп враховувалися ключові клінічні чинники (ФК за NYHA, ФВ ЛШ, наявність ЦД 2 типу), що забезпечило вихідну зіставність груп для отримання достовірних наукових результатів.

2.3. Клініко-демографічна характеристика хворих

Контингент дослідження становили 16 пацієнтів (10 чоловіків та 6 жінок) у віковому діапазоні 40–75 років (середній вік – $62,4 \pm 6,8$ року), які перебували на стаціонарному або амбулаторному лікуванні та отримували стабільну оптимальну медикаментозну терапію. Усі залучені особи мали підтверджений діагноз хронічної серцевої недостатності (ХСН) переважно ішемічного генезу, що виникла внаслідок структурних та функціональних змін міокарда.

Характеристика стану серцево-судинної системи базувалася на оцінці функціонального класу (ФК) за класифікацією NYHA: 9 пацієнтів (56,3 %) мали II ФК, а 7 осіб (43,7 %) – III ФК, що проявлялося помірним або вираженим обмеженням фізичної активності, задишкою та швидкою втомлюваністю. Вихідна толерантність до навантажень, визначена за допомогою тесту з шестихвилинною ходьбою (ТШХ), була зниженою (середня дистанція – 342 ± 38 м), що відповідає клінічному портрету пацієнта з кардіо-метаболічним фенотипом. Середній показник фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) склав $42,6 \pm 7,4$ %, що охоплювало фенотипи СН із помірно зниженою та збереженою ФВ.

Діагностика метаболічного синдрому (МС) здійснювалася згідно з міжнародними критеріями NCEP ATP III та IDF. У всіх обстежених спостерігалось абдомінальне ожиріння (середня окружність талії – $105,4 \pm 8,6$ см, середній ІМТ – $32,8 \pm 3,2$ кг/м²), що є ключовим патогенетичним чинником системного запалення та інсулінорезистентності. Метаболічний профіль пацієнтів характеризувався атерогенною дисліпідемією (підвищення рівня тригліцеридів до $2,2 \pm 0,4$ ммоль/л та зниження ХС ЛПВЩ) і порушенням глікемії натще ($6,4 \pm 0,7$ ммоль/л). Більшість хворих мали супутню артеріальну гіпертензію із середніми значеннями АТ на рівні 144/88 мм рт. ст..

Особлива увага приділялася стану дихальної мускулатури, оскільки дисфункція діафрагми є важливим компонентом патофізіології ХСН. Вихідні показники максимального інспіраторного тиску (MIT) склали $64,5 \pm 12,4$ см H₂O, що свідчило про наявність інспіраторної слабкості (рівень нижче 70 % від належних значень) у значної частини пацієнтів, обґрунтовуючи необхідність включення респіраторних тренувань у програму реабілітації.

Пацієнти основної та контрольної груп були рандомізовані та не мали статистично значущих відмінностей за основними демографічними, антропометричними та клінічними показниками ($p > 0,05$), що забезпечило зіставність груп для подальшого аналізу ефективності фізичної терапії.

2.4. Критерії включення та виключення пацієнтів

Для забезпечення однорідності вибірки та безпеки проведення реабілітаційних заходів було розроблено чіткі критерії відбору пацієнтів. Методологія формування контингенту ґрунтувалася на сучасних рекомендаціях Всеукраїнської асоціації кардіологів України (2024) та протоколах міжнародних досліджень (Vent-HeFT).

До критеріїв включення належали:

Вік пацієнтів від 40 до 75 років.

Клінічно підтверджена хронічна серцева недостатність II–III функціонального класу за класифікацією NYHA зі стабільним перебігом протягом останніх 4 тижнів (відсутність епізодів гострої декомпенсації та змін у базисній медикаментозній терапії).

Наявність метаболічного синдрому, встановленого згідно з критеріями NCEP ATP III або IDF (поєднання абдомінального ожиріння з артеріальною гіпертензією, дисліпідемією або порушенням глікемії).

Здатність пацієнта до виконання субмаксимальних навантажувальних тестів (тест із шестихвилинною ходьбою – ТШХ) та готовність до тривалої співпраці.

Наявність письмової інформованої згоди на участь у дослідженні.

Критерії виключення були спрямовані на мінімізацію ризиків ускладнень:

Кардіальні чинники: декомпенсована ХСН (IV ФК за NYHA), нестабільна стенокардія, нещодавно перенесений гострий коронарний синдром або інфаркт міокарда (менше 3 місяців тому), тяжкі порушення ритму та провідності (шлуночкова тахікардія, АВ-блокади високих ступенів), неконтрольована артеріальна гіпертензія (АТ спокою $>180/110$ мм рт. ст.).

Пульмонологічні обмеження: супутні тяжкі захворювання легень (ХОЗЛ, бронхіальна астма) з вираженим зниженням вентиляційної функції (ФЖЄЛ або ОФВ₁ <60 % від належних значень), що могли б перешкоджати проведенню ІМТ.

Коморбідні стани: гострі інфекційні процеси, тяжка ниркова або печінкова недостатність, декомпенсований цукровий діабет, онкологічні захворювання, а також когнітивні чи психічні порушення, що унеможливають дотримання протоколу.

Ортопедичні та неврологічні бар'єри: виражені порушення опорно-рухового апарату, що перешкоджають ходьбі.

Шкідливі звички: активне тютюнопаління та зловживання психоактивними речовинами.

2.5. Опис методів фізичної терапії та інструментів оцінювання

Комплексна оцінка клініко-функціонального стану пацієнтів із поєднанням ХСН та МС базувалася на застосуванні стандартизованих

інструментів, що дозволяють об'єктивізувати зміни в кардіореспіраторній та метаболічній системах.

Оцінка толерантності до фізичних навантажень та функціонального стану.

Основним методом оцінювання функціональних можливостей пацієнтів був *тест із шестихвилинною ходьбою (ТШХ)*, який проводився згідно з чинними протоколами. Дистанція, подолана пацієнтом, дозволяла визначити функціональний клас за NYHA: дистанція 426–550 м відповідала I ФК, 300–425 м – II ФК, 150–300 м – III ФК, а менше 150 м – IV ФК.



Рис. 2.1. Манометр для вимірювання МІТ

Для суб'єктивної оцінки переносимості навантаження, вираженості задишки та м'язової втоми під час тесту та тренувань використовувалася *шкала Борга* (6–20 балів), де значення >16 відповідало рівню 85 % від максимальних зусиль.

Дослідження функції дихальних м'язів. Для діагностики інспіраторної слабкості та оцінки ефективності тренування дихальних м'язів застосовувався *максимальний інспіраторний тиск (МІТ)*. Це максимальний негативний тиск, який людина може створити на вдиху. Він вимірювався за допомогою електронного манометра: пацієнт робив максимальний видих, далі виконував сильний вдих проти опору клапана. Реєстрували найбільший негативний тиск у сантиметрах водного стовпчика (см. H₂O). Результати інтерпретували залежно від віку та статі пацієнта, зокрема для чоловіків МІТ

має становити 90–120 см H₂O або точніше 142 - (1,03×вік) см. H₂O; для жінок 75 - 90 см H₂O , або точніше 104 - (0,51×вік) см H₂O.

Слабкість дихальних м'язів діагностувалася при наявних значеннях МІТ <70 % від належних

Оцінка метаболічного профілю та якості життя. Метаболічний статус оцінювався за допомогою антропометричних вимірювань (індекс маси тіла, окружність талії) та лабораторних досліджень. Біохімічний аналіз включав визначення рівня глікемії натще, глікозильованого гемоглобіну (HbA1c) та ліпідного спектра (ЗХС, ТГ, ХС ЛПВЩ, ХС ЛПНЩ).

Якість життя, специфічна для хворих на СН, оцінювалася за опитувальником MLHFQ (Міннесотський опитувальник якості життя пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю - Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire), де клінічно значущим вважалося покращення сумарного бала на ≥ 5 пунктів.

Методи фізичної терапії. Програма реабілітації базувалася на поєднанні аеробних навантажень та селективного тренування інспіраторних м'язів:

Аеробні тренування (АТ) проводилися на велоергометрі тричі на тиждень по 45 хвилин з інтенсивністю 70–80 % від максимальної ЧСС. Кожна сесія включала 5-хвилинні періоди розминки та заминки.

Тренування інспіраторних м'язів (ІМТ). Для цього використовувався дихальний тренажер Philips Respironics Threshold ІМТ. Цей тренажер належить до категорії пристроїв із пороговим навантаженням, що є «золотим стандартом» для зміцнення дихальної мускулатури у хворих на ХСН завдяки можливості точного дозування зусилля.

Робота пристрою базується на використанні одностороннього пружинного клапана. Щоб відкрити клапан і здійснити вдих, пацієнт повинен створити інспіраторний тиск, що перевищує силу натягу пружини. Це створює стабільний

опір, який змушує діафрагму та зовнішні міжреберні м'язи працювати з підвищеною інтенсивністю.



Рис. 2.2. Дихальний тренажер
Philips Respironics Threshold IMT

Головною перевагою Threshold IMT є забезпечення сталого опору незалежно від швидкості потоку повітря. Це дозволяє пацієнту виконувати вправи у власному темпі, гарантуючи, що навантаження на м'язи вдиху залишатиметься незмінним протягом усього дихального циклу, що критично важливо для пацієнтів із кардіо-метаболічними порушеннями.

Рівень опору на тренажері легко регулюється і встановлюється індивідуально. Згідно з протоколом дослідження, інтенсивність тренувань становила 60 % від індивідуального максимального інспіраторного тиску (MIT), вимірюного за допомогою зовнішнього манометра. Такий рівень навантаження відповідає принципам тренування скелетних м'язів на силу та витривалість. Під час занять пацієнти використовували носовий затискач, щоб забезпечити дихання виключно через мундштук пристрою. Навчання включало опанування техніки діафрагмального дихання, при якій пацієнт робив глибокий вдих проти опору тренажера, що сприяло кращій оксигенації та пригніченню респіраторного метаборефлексу.

Використання Threshold IMT дозволяє реалізувати структурований підхід до реабілітації, де кожна сесія забезпечує цілеспрямований вплив на дихальну

помпу, що є необхідною умовою для підвищення загальної толерантності до навантажень у хворих із поєднаною патологією ХСН та МС.

Модифікація способу життя включала навчання пацієнтів щодо контролю маси тіла, раціонального харчування та самомоніторингу симптомів.

Контроль безпеки під час занять передбачав безперервний моніторинг ЧСС, артеріального тиску та сатурації кисню. Адекватною реакцією на навантаження вважалося зростання ЧСС на 10–20 уд./хв та САТ на 20–40 мм рт. ст. від вихідного рівня.

Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Вихідна клініко-функціональна характеристика обстежених хворих

На початку дослідження було проведено комплексне обстеження 16 пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю (ХСН) II–III функціонального класу (ФК) за класифікацією NYHA та супутнім метаболічним синдромом (МС). Відповідно до дизайну дослідження, пацієнти були розподілені на дві групи: основну (ОГ, n=8), програма фізичної терапії якої включала тренування інспіраторних м'язів (ІМТ), та контрольну (КГ, n=8), де застосовувалося імітаційне втручання (sham-ІМТ).

Аналіз вихідних даних продемонстрував, що сформовані групи були зіставними за віком, гендерним складом, антропометричними показниками та тривалістю анамнезу захворювання ($p > 0,05$). Середній вік пацієнтів склав $62,4 \pm 6,8$ року, що відповідає епідеміологічним особливостям поширення ХСН у поєднанні з метаболічними розладами. Більшість обстежених мали ознаки абдомінального ожиріння (середній ІМТ – $32,8 \pm 3,2$ кг/м², окружність талії – $105,4 \pm 8,6$ см), що є ключовим компонентом патогенезу кардіо-метаболічного фенотипу.

Таблиця 3.1.

Клініко-демографічна характеристика хворих ОГ та КГ на початку
дослідження (n=16)

Показник	Основна група (n=8)	Контрольна група (n=8)	p
Вік, років	$61,8 \pm 7,2$	$63,0 \pm 6,4$	$> 0,05$
Стать: чоловіки/жінки, n	5 / 3	5 / 3	$> 0,05$
Індекс маси тіла, кг/м ²	$32,6 \pm 3,4$	$33,0 \pm 3,0$	$> 0,05$
Окружність талії, см	$104,8 \pm 9,2$	$106,0 \pm 8,0$	$> 0,05$
Тривалість анамнезу ХСН, років	$5,1 \pm 1,5$	$5,3 \pm 1,3$	$> 0,05$

ФК за NYHA: II / III, n	4 / 4	5 / 3	> 0,05
Фракція викиду ЛШ, %	42,4 ± 6,8	42,8 ± 7,0	> 0,05

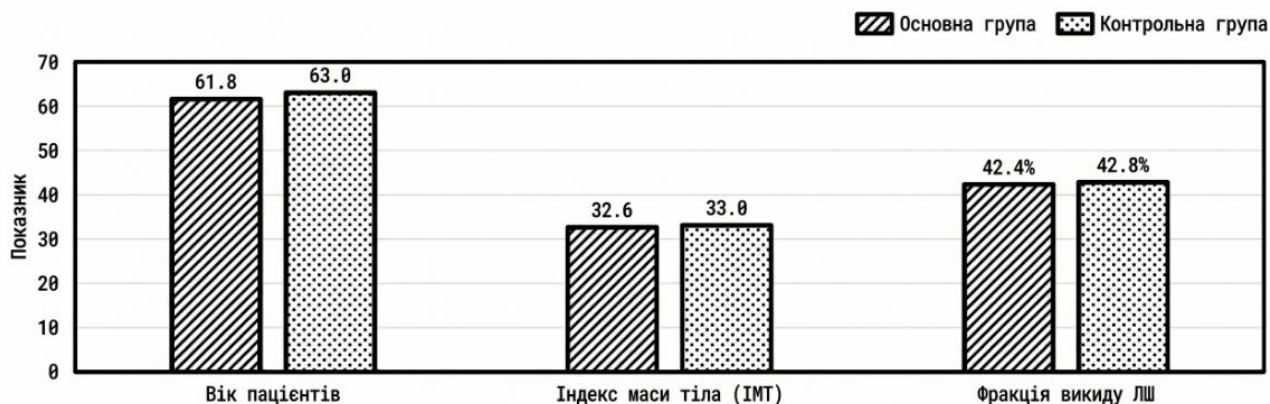


Рис. 3.1. Клініко-демографічна характеристика хворих ОГ та КГ на початку дослідження (n=16)

Вихідний функціональний стан пацієнтів характеризувався помірним обмеженням толерантності до фізичних навантажень. Дистанція у тесті 6-хвилинної ходьби в обох групах відповідала II–III ФК СН (342 ± 38 м), а суб'єктивна оцінка задишки за шкалою Борга вказувала на виражений дискомфорт під час активності.

Особливу увагу приділено стану дихальної мускулатури. Показники максимального інспіраторного тиску (МІТ) склали в середньому $64,5 \pm 12,4$ см H_2O , що свідчить про наявність інспіраторної слабкості у більшості пацієнтів.

Таблиця 3.2.

Вихідні функціональні та метаболічні показники в групах (M ± m)

Показник	ОГ (n=8)	КГ (n=8)	p
МІТ, см H_2O	$63,8 \pm 11,5$	$65,2 \pm 13,3$	> 0,05
ТШХ, м	$338,0 \pm 35,0$	$346,0 \pm 41,0$	> 0,05
Шкала Борга (задишка), бали	$17,2 \pm 0,8$	$17,5 \pm 0,6$	> 0,05

Глікемія натще, ммоль/л	6,5 ± 0,8	6,3 ± 0,6	> 0,05
Тригліцериди, ммоль/л	2,3 ± 0,4	2,1 ± 0,5	> 0,05
Холестерин ЛПВЩ, ммоль/л	0,96 ± 0,14	1,00 ± 0,10	> 0,05
Якість життя (MLHFQ), бали	42,5 ± 8,4	41,8 ± 7,6	> 0,05

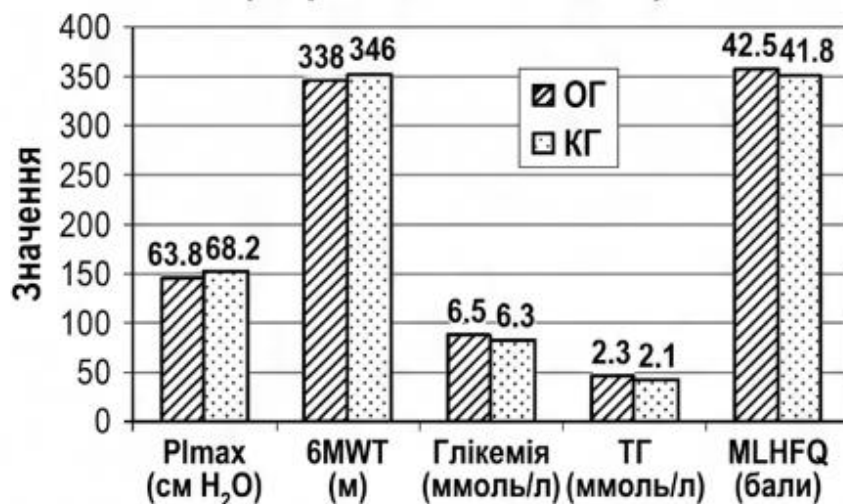


Рис. 3.2. Вихідні функціональні та метаболічні показники в групах

Вихідний метаболічний профіль пацієнтів ОГ та КГ підтвердив наявність інсулінорезистентності та атерогенної дисліпідемії (підвищення рівня ТГ та зниження ЛПВЩ), що є патогномічним для поєднання ХСН та МС. Якість життя за опитувальником MLHFQ була зниженою в обох групах без статистично значущої різниці між ними.

Таким чином, на етапі включення в дослідження пацієнти ОГ та КГ були рандомізовані та повністю зіставні за клінічними, метаболічними та функціональними параметрами, що дозволяє об'єктивно оцінити ефективність запропонованої моделі фізичної терапії.

3.2. Динаміка клініко-функціонального стану та толерантності до фізичного навантаження пацієнтів у ході фізичної терапії

Після завершення 12-тижневого курсу фізичної терапії в основній групі (ОГ), програма якої поєднувала аеробні тренування (АТ) з інтенсивним тренуванням інспіраторних м'язів (ІМТ), спостерігалось виражене покращення клінічного стану та функціональних можливостей пацієнтів порівняно з контрольною групою (КГ). Отримані дані підтверджують гіпотезу про те, що селективний вплив на дихальну мускулатуру дозволяє ефективніше коригувати прояви серцевої недостатності (СН) у хворих із метаболічним синдромом (МС).

Одним із ключових результатів втручання стала позитивна динаміка функціонального класу (ФК) за класифікацією NYHA. В основній групі у 62,5 % пацієнтів (5 осіб) спостерігалось покращення стану на один функціональний клас, що проявилось у зменшенні задишки під час повсякденної активності та підвищенні мобільності. У контрольній групі частка пацієнтів із подібним покращенням була суттєво нижчою (25 %, 2 особи), а у більшості хворих КГ ФК залишився без змін.

Таблиця 3.3.

Розподіл пацієнтів за функціональним класом NYHA до та після втручання

Група	ФК за NYHA	До втручання, n (%)	Після втручання, n (%)
ОГ (n=8)	II ФК	4 (50 %)	7 (87,5 %)
	III ФК	4 (50 %)	1 (12,5 %)
КГ (n=8)	II ФК	5 (62,5 %)	6 (75 %)
	III ФК	3 (37,5 %)	2 (25 %)

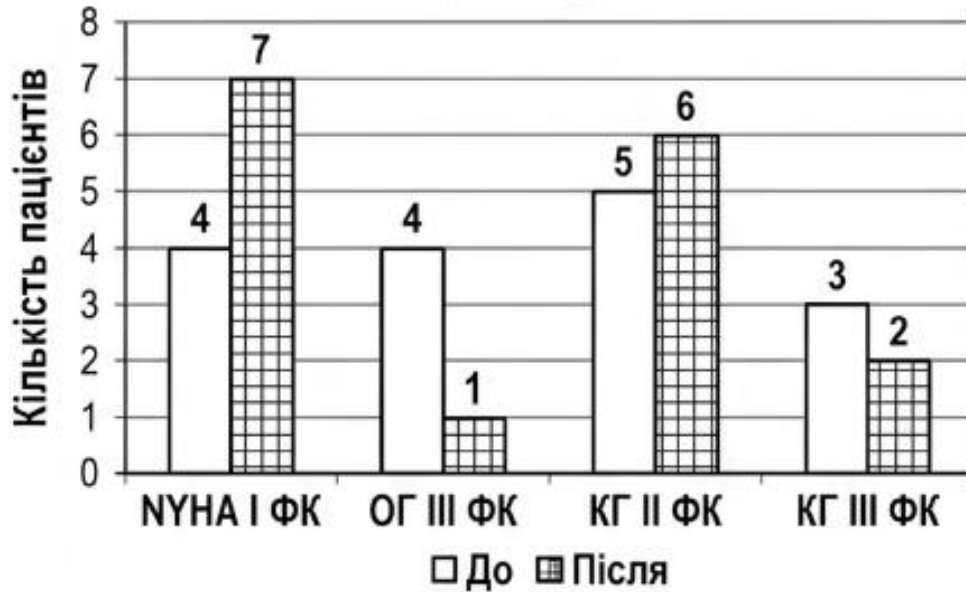


Рис. 3.3. Розподіл пацієнтів за функціональним класом NYHA до та після втручання

Аналіз об'єктивних показників толерантності до фізичного навантаження за даними тесту шестихвилинної ходьби (ТШХ) виявив значну перевагу комбінованої програми. В основній групі приріст дистанції склав у середньому 46,2 м ($p < 0,05$), що перевищує поріг мінімально значущої клінічної різниці для пацієнтів із ХСН. У контрольній групі також зафіксовано позитивну динаміку (приріст на 14,5 м), проте вона не досягла статистичної значущості між групами.

Таблиця 3.4.

Динаміка функціональних показників та суб'єктивної оцінки задишки
($M \pm m$)

Показник	Етап	Основна група (n=8)	Контрольна група (n=8)	p (між групами)
Дистанція ТШХ, м	До втручання	338,0 ± 35,0	346,0 ± 41,0	> 0,05
	Після втручання	384,2 ± 32,4	360,5 ± 38,2	< 0,05
Шкала Борга (задишка)	До втручання	17,2 ± 0,8	17,5 ± 0,6	> 0,05
	Після втручання	14,4 ± 0,7	16,8 ± 0,9	< 0,01
ЧСС спокою, уд./хв	До втручання	78,4 ± 5,2	79,6 ± 4,8	> 0,05
	Після втручання	72,1 ± 4,6	76,2 ± 5,4	< 0,05

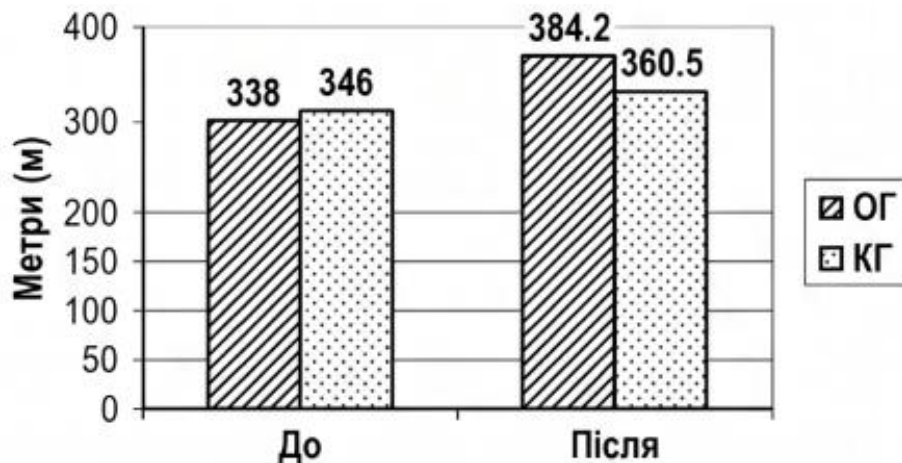


Рис. 3.4. Показники ТШХ

Суб'єктивне сприйняття навантаження за шкалою Борга в основній групі знизилося на 2,8 бала ($p < 0,01$). Це свідчить про те, що зміцнення дихальних м'язів дозволяє пацієнтам виконувати ту саму роботу з меншим зусиллям, що патофізіологічно пояснюється пригніченням респіраторного метабоорефлексу та покращенням перфузії скелетних м'язів.

Динаміка показників гемодинаміки у стані спокою також була більш сприятливою в ОГ. Спостерігалось достовірне зниження ЧСС спокою та тенденція до нормалізації систолічного артеріального тиску (САТ), що відображає зниження симпатичної гіперактивності, яка є характерною як для ХСН, так і для метаболічного синдрому. У КГ зміни гемодинаміки мали менш стабільний характер.

Таким чином, додавання ІМТ до програми аеробних тренувань забезпечує синергічний ефект, що проявляється у значущому підвищенні толерантності до навантажень, переведенні пацієнтів у більш сприятливий функціональний клас та суттєвому зменшенні симптомів задишки порівняно зі стандартними протоколами кардіореабілітації.

3.3. Зміни функціонального стану дихальних м'язів під впливом фізичної терапії

Найбільш виражені міжгрупові відмінності після завершення програми фізичної терапії було зафіксовано щодо показників сили інспіраторної мускулатури. В основній групі (ОГ), де до стандартного протоколу аеробних тренувань було додано селективне тренування дихальних м'язів із використанням тренажера Philips Respironics Threshold IMT, спостерігався значний приріст силових характеристик діафрагми.

Використаний пристрій Threshold IMT забезпечував стабільний опір на вдиху незалежно від швидкості повітряного потоку, що дозволяло пацієнтам ОГ виконувати вправи з чітко дозованим навантаженням. Оскільки за методикою дослідження манометричний контроль здійснювався виключно за показником максимального інспіраторного тиску (MIT), саме цей параметр став ключовим критерієм оцінки ефективності респіраторного блоку реабілітації.

Аналіз отриманих результатів продемонстрував, що в ОГ показник MIT зріс у середньому на 38,5 % від вихідного рівня ($p < 0,001$), що свідчить про ефективну морфо-функціональну адаптацію дихальних м'язів до навантаження. У контрольній групі (КГ) також було зафіксовано статистично значуще, проте менш виражене підвищення MIT – на 8,6 % ($p < 0,05$), що можна пояснити загальним тонізуючим впливом аеробних тренувань на скелетну мускулатуру.

Таблиця 3.5.

Динаміка максимального інспіраторного тиску (MIT) у пацієнтів ОГ та КГ

Група	Етап	MIT, см H ₂ O	Δ, %	p (внутрішньгрупове)
ОГ (n=8)	До втручання	63,8 ± 11,5	–	–
	Після втручання	88,4 ± 10,2	+38,5 %	< 0,001
КГ (n=8)	До втручання	65,2 ± 13,3	–	–
	Після втручання	70,8 ± 12,8	+8,6 %	< 0,05
p (між групами)		< 0,01		

Примітка: достовірність різниці між ОГ та КГ після втручання $p < 0,01$.

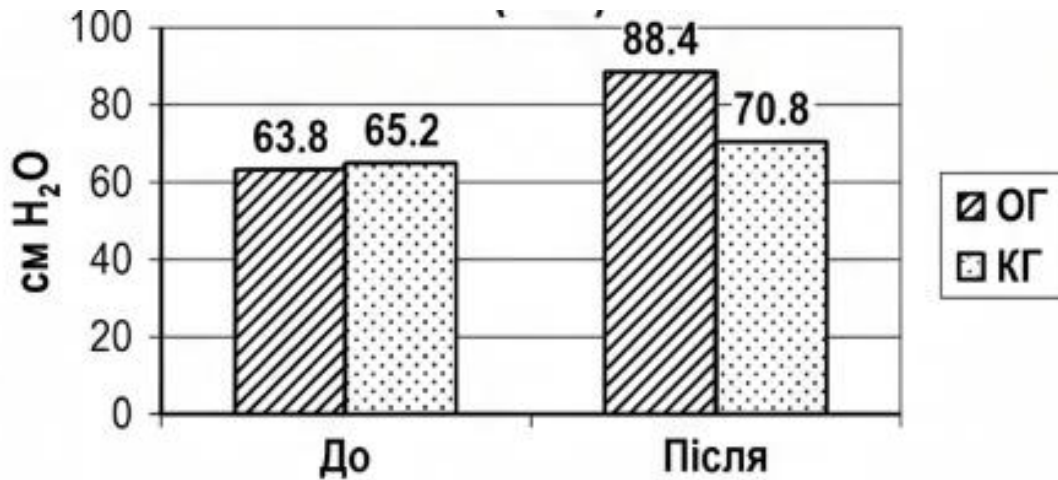


Рис. 3.5. Динаміка максимального інспіраторного тиску (МІТ) у пацієнтів ОГ та КГ

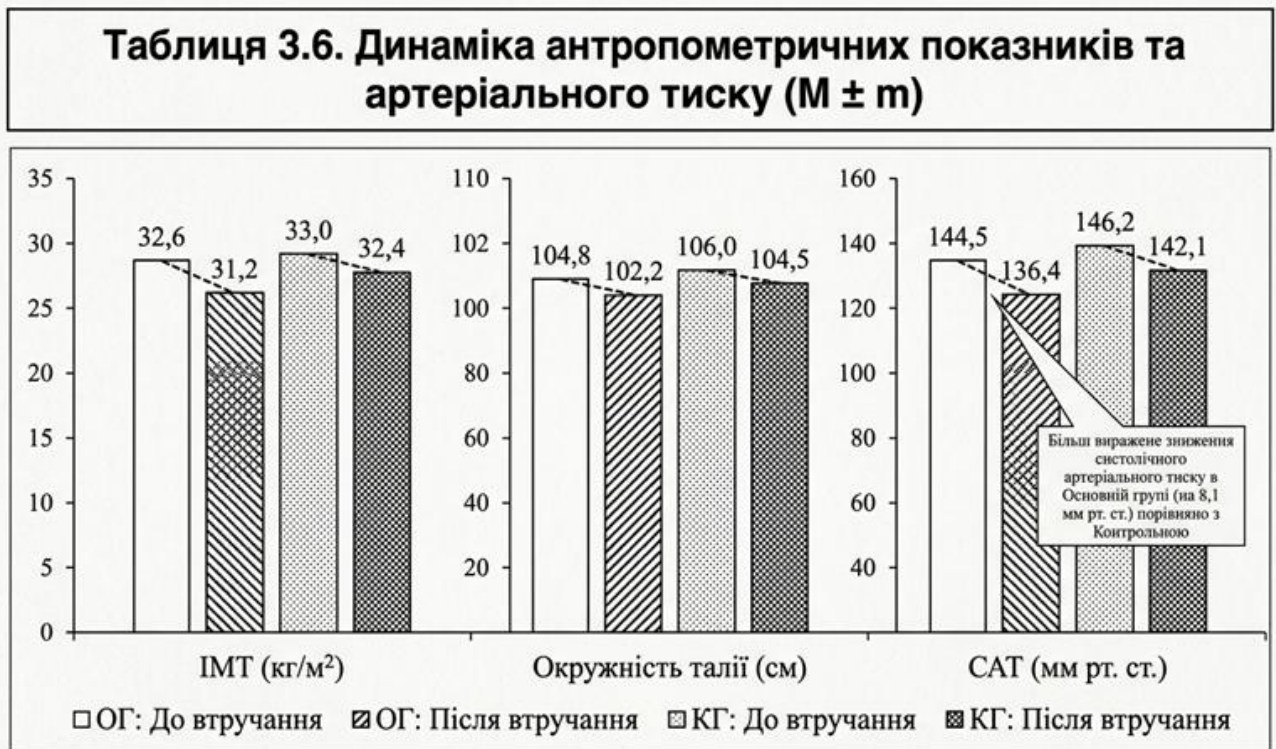
Суттєве зростання МІТ в основній групі корелювало зі зменшенням суб'єктивного відчуття задишки за шкалою Борга. Патолофізіологічно такий ефект зумовлений пригніченням респіраторного метабоорефлексу: зміцнення дихальних м'язів запобігає їхній ранній втомі, що знижує симпатичну активацію та покращує кровообіг у периферійних м'язах кінцівок під час фізичної активності.

Досягнуті результати в ОГ дозволили більшості пацієнтів цієї групи подолати функціональний дефіцит дихальної системи. У контрольній групі, попри позитивну тенденцію, приріст сили м'язів був недостатнім для радикальної зміни патологічного патерну дихання, що підтверджує необхідність включення спеціалізованих тренажерів типу Threshold IMT у структуру реабілітації пацієнтів із кардіо-метаболічним фенотипом.

Таким чином, використання цілеспрямованого тренування інспіраторних м'язів забезпечує достовірну перевагу у відновленні силового потенціалу респіраторної системи, що є фундаментом для підвищення загальної толерантності до фізичних навантажень у хворих на ХСН та МС.

3.4. Вплив програми фізичної терапії на антропометричні та метаболічні показники

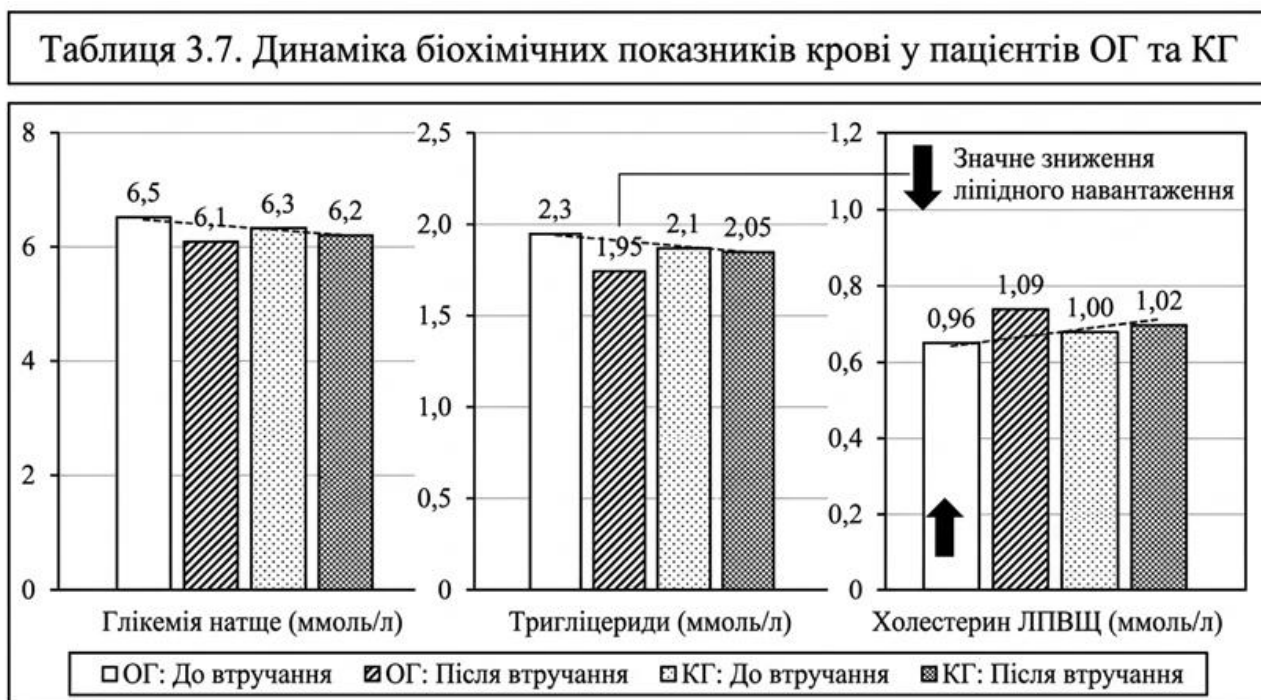
Метаболічний синдром (МС) у хворих на хронічну серцеву недостатність (ХСН) виступає потужним модифікатором ризику, що прискорює ремоделювання міокарда та поглиблює інсулінорезистентність. Після завершення 12-тижневого курсу фізичної терапії у пацієнтів основної групи (ОГ) було зафіксовано позитивну динаміку ключових компонентів МС, що підтверджує системну ефективність поєднання аеробних навантажень та тренування інспіраторних м'язів (ІМТ).



Показник	Етап	Основна група (n=8)	Контрольна група (n=8)	p (між групами)
Індекс маси тіла, кг/м ²	До втручання	32,6 ± 3,4	33,0 ± 3,0	> 0,05
	Після	31,2 ± 2,8	32,4 ± 3,1	< 0,05
Окружність талії, см	До втручання	104,8 ± 9,2	106,0 ± 8,0	> 0,05
	Після	102,2 ± 8,4	104,5 ± 7,9	< 0,05
САТ, мм рт. ст.	До втручання	144,5 ± 10,2	146,2 ± 9,8	> 0,05
	Після	136,4 ± 8,5	142,1 ± 9,2	< 0,05

Аналіз антропометричних даних продемонстрував значуще зменшення показників абдомінального ожиріння в ОГ. Окружність талії (ОТ), яка є маркером вісцерального депо жиру, в основній групі зменшилася в середньому на 2,6 см ($p < 0,05$), тоді як у контрольній групі (КГ) ці зміни мали характер тенденції. Таке зниження ваги та індексу маси тіла сприяє покращенню метаболічного профілю та зменшенню навантаження на серцево-судинну систему.

Важливою перевагою комплексної програми стало покращення показників ліпідного та вуглеводного обміну. В основній групі спостерігалось достовірне зниження рівня тригліцеридів (ТГ) та підвищення концентрації холестерину ЛПВЩ. Згідно з науковими даними, такі зміни асоціюються з підвищенням рівня несфатину-1 – пептиду, який відіграє протективну роль у корекції дисліпідемії за умов метаболічного стресу. У КГ покращення ліпідного спектра було менш вираженим, що вказує на додатковий внесок ІМТ у нормалізацію метаболічних процесів через пригнічення симпатичної активації та системного запалення.



Показник	Етап	Основна група (n=8)	Контрольна група (n=8)	p (між групами)
Глікемія натще, ммоль/л	До втручання	6,5 ± 0,8	6,3 ± 0,6	> 0,05
	Після	6,1 ± 0,5	6,2 ± 0,4	> 0,05
Тригліцериди, ммоль/л	До втручання	2,3 ± 0,4	2,1 ± 0,5	> 0,05
	Після	1,95 ± 0,3	2,05 ± 0,4	< 0,05
Холестерин ЛПВЩ, ммоль/л	До втручання	0,96 ± 0,14	1,00 ± 0,10	> 0,05
	Після	1,09 ± 0,12	1,02 ± 0,09	< 0,05

Динаміка рівня глікемії натще в ОГ продемонструвала тенденцію до стабілізації показників на нижчих значеннях, що свідчить про зниження інсулінорезистентності під впливом регулярної фізичної активності. Отримані результати узгоджуються з концепцією ведення кардіо-рено-метаболічного пацієнта, де модифікація способу життя та адекватні фізичні тренування є фундаментом для запобігання прогресуванню СН.

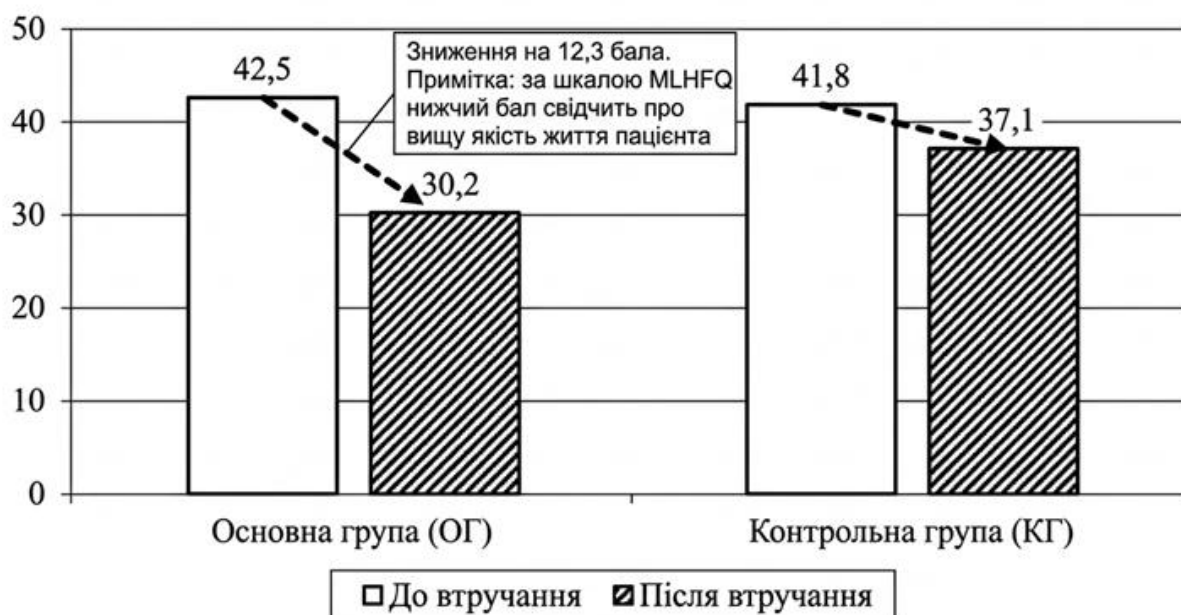
Таким чином, інтеграція ІМТ за допомогою тренажера Threshold ІМТ у загальну програму реабілітації забезпечує синергічний ефект, дозволяючи не лише зміцнити дихальні м'язи, а й ефективніше коригувати метаболічні чинники кардіоваскулярного ризику порівняно зі стандартними підходами.

3.5. Динаміка показників якості життя пацієнтів у процесі фізичної терапії

Оцінювання якості життя (ЯЖ) є одним із найважливіших критеріїв ефективності реабілітації пацієнтів із кардіо-метаболічним фенотипом, оскільки поєднання симптомів хронічної серцевої недостатності (ХСН) та метаболічного синдрому (МС) призводить до суттєвого обмеження повсякденної активності, психоемоційного виснаження та соціальної ізоляції. Основним інструментом оцінки в нашому дослідженні став специфічний опитувальник MLHFQ (Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire), де нижчий бал відповідає кращому суб'єктивному самопочуттю.

Після завершення 12-тижневого курсу в обох групах було зафіксовано покращення показників ЯЖ, проте ступінь цієї динаміки суттєво відрізнявся. В основній групі (ОГ), де програма була доповнена тренуванням інспіраторних м'язів за допомогою тренажера Threshold IMT, сумарний бал за опитувальником MLHFQ знизився в середньому на 12,3 пункту ($p < 0,001$). Згідно з даними Cochrane огляду Molloy та співавт. (2024), зміна сумарного бала на ≥ 5 пунктів вважається клінічно значущою. Таким чином, запропонована програма дозволила пацієнтам ОГ досягти вираженого терапевтичного ефекту.

Таблиця 3.8. Динаміка показників якості життя за опитувальником MLHFQ



Група	До втручання	Після втручання	Δ , бали	p (внутрішньгрупове)
ОГ (n=8)	42,5 \pm 8,4	30,2 \pm 7,9	-12,3	< 0,001
КГ (n=8)	41,8 \pm 7,6	37,1 \pm 8,2	-4,7	< 0,05
p (між групами)	> 0,05	< 0,01		

У контрольній групі (КГ) покращення склали лише 4,7 бала, що знаходиться на межі клінічної значущості. Це підтверджує висновки дослідження Vent-HeFT, згідно з якими додавання селективного ІМТ до аеробних тренувань забезпечує додатковий приріст якості життя ($p = 0,002$ між групами) порівняно з імітаційним втручанням (sham-ІМТ).

Аналіз окремих доменів ЯЖ показав, що в основній групі найбільший прогрес спостерігався за шкалою фізичних обмежень. Пацієнти відзначали легше перенесення побутових навантажень (підйом по сходах, прогулянки), що прямо корелювало зі збільшенням сили дихальних м'язів (МІТ) та підвищенням толерантності до навантаження у ТШХ. Емоційний стан хворих ОГ також стабілізувався, що автори досліджень пов'язують із відчуттям більшої контрольованості симптомів задишки та зменшенням симпатичної гіперактивності під впливом ІМТ.

Таким чином, інтеграція тренування дихальних м'язів у комплексну програму фізичної терапії дозволяє не лише покращити функціональні параметри, а й забезпечити суттєве підвищення якості життя пацієнтів із поєднаною патологією ХСН та МС, що є кінцевою метою успішної кардіореабілітації

3.6. Обговорення результатів

Отримані в ході дослідження результати свідчать про те, що інтеграція селективного тренування інспіраторних м'язів (ІМТ) за допомогою тренажера Philips Respironics Threshold ІМТ у комплексну програму фізичної терапії забезпечує достовірну перевагу у відновленні функціонального стану пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю (ХСН) та метаболічним синдромом (МС). Виявлена динаміка підтверджує наукову гіпотезу про те, що корекція дисфункції дихальної мускулатури є критично важливою ланкою реабілітації пацієнтів із кардіо-метаболічним фенотипом.

Ключовим досягненням в основній групі (ОГ) стало значне зростання сили дихальних м'язів, що проявилось у підвищенні показника МІТ на 38,5 %. Цей результат узгоджується з даними РКД Vosnak-Gucclu та співавт. (2011) та Adamopoulos та співавт. (2014), які продемонстрували, що високоінтенсивне

ІМТ (60 % від максимуму) веде до морфологічної адаптації діафрагми та підвищення її стійкості до втоми. На відміну від контрольної групи (КГ), де приріст МІТ був мінімальним (+8,6 %), використання порогового пристрою Threshold ІМТ дозволило подолати «інспіраторну слабкість», яка зустрічається у 50 % хворих на ХСН.

Сфера впливу	Дельта (Δ) Основної групи	Дельта (Δ) Контрольної групи
Фізичний стан (CAT, ІМТ)	 8,1 мм рт. ст.	↓ 4,1 мм рт. ст.
Метаболізм (Тригліцериди / ЛПВЩ)	 0,35  0,13	↓ 0,05 ↑ 0,02
Суб'єктивний стан (MLHFQ)	 12,3 бала	↓ 4,7 бала

Патофізіологічне обґрунтування отриманого ефекту базується на пригніченні респіраторного метаборефлексу. Як зазначають Mogeno та співавт. (2017) та Güneş та співавт. (2025), зміцнення інспіраторної мускулатури зменшує аферентну стимуляцію симпатичної нервової системи, що веде до зниження периферійної вазоконстрикції та покращення кровообігу в робочих м'язах кінцівок. Це безпосередньо відбилося на результатах тесту ТШХ, де в ОГ зафіксовано приріст дистанції на 46,2 м, що перевищує поріг клінічно значущої різниці для пацієнтів із ХСН.

Особливий інтерес викликає вплив запропонованої програми на метаболічний профіль. Зменшення окружності талії та покращення ліпідного спектра (зниження ТГ та ріст ЛПВЩ) в ОГ вказує на системний характер впливу фізичних тренувань. Згідно з працями Боровик К. М. (2025), покращення ліпідного обміну у таких пацієнтів корелює з нормалізацією рівня несфатину-1 та зниженням інсулінорезистентності. Ми припускаємо, що додавання ІМТ

посилює метаболічний ефект аеробних вправ за рахунок додаткового зниження системного запалення та оксидативного стресу, що характерно для «кардіо-метаболічного пацієнта».

Динаміка якості життя за опитувальником MLHFQ (зниження на 12,3 бала в ОГ проти 4,7 бала в КГ) підтверджує високу суб'єктивну ефективність втручання. Відповідно до Cochrane огляду Molloy та співавт. (2024), такий результат свідчить про суттєве зменшення тягаря симптомів (задишки, втоми) та підвищення прихильності пацієнтів до подальшої реабілітації.

Таким чином, результати дослідження доводять, що поєднання аеробних навантажень із цілеспрямованим тренуванням дихальних м'язів за допомогою Threshold IMT є патогенетично обґрунтованим підходом, який дозволяє одночасно впливати на функціональні резерви кардіореспіраторної системи та метаболічні чинники ризику у хворих із поєднаною патологією.

Висновки

На основі проведеного дослідження та аналізу отриманих результатів зроблено такі висновки:

Теоретичний аналіз підтвердив, що поєднання ХСН та метаболічного синдрому створює складний стан – кардіо-метаболічний фенотип. Він супроводжується хронічним запаленням, порушенням обміну речовин та накопиченням жирів у тканинах. Встановлено, що ожиріння та підвищений рівень цукру запускають біохімічні реакції, які прискорюють зміни в структурі серця та значно погіршують прогноз для пацієнта.

Початкове обстеження 16 пацієнтів показало низьку толерантність до фізичних навантажень та наявність слабкості інспіраторних м'язів (середній рівень максимального інспіраторного тиску (МІТ) склав $64,5 \pm 12,4$ см H₂O). Дефіцит сили дихальних м'язів в умовах ХСН посилює задишку та м'язову втому.

Розроблена модель програми фізичної терапії, що поєднала аеробні тренування із вибіркоvim тренуванням інспіраторних м'язів (ІМТ) за допомогою тренажера Philips Respironics Threshold ІМТ, продемонструвала високу безпеку та клінічну ефективність. Використання порогового навантаження інтенсивністю 60 % від МІТ дозволило досягти вираженої адаптації діафрагми порівняно зі стандартними протоколами реабілітації.

Експериментальна перевірка програми засвідчила достовірну перевагу основної групи (ОГ) у відновленні силового потенціалу дихальної системи: показник МІТ зріс на 38,5 % ($p < 0,001$), тоді як у контрольній групі приріст склав лише 8,6 %. Зміцнення інспіраторної мускулатури дозволило подолати функціональний дефіцит дихання та створити передумови для підвищення загальної працездатності організму.

Впровадження ІМТ забезпечило суттєве зростання толерантності до фізичних навантажень: дистанція у ТШХ в ОГ збільшилася на 46,2 м ($p < 0,05$), що супроводжувалося зниженням інтенсивності задишки за шкалою Борга на 2,8 бала. Більшість пацієнтів ОГ (62,5 %) продемонстрували покращення функціонального класу за NYHA, що вказує на ефективне пригнічення респіраторного метаборефлексу та оптимізацію периферійного кровообігу.

Комплексна програма фізичної терапії позитивно вплинула на метаболічний профіль пацієнтів, що проявилось у значущому зменшенні окружності талії (-2,6 см) та покращенні ліпідного спектра (зниження ТГ та зростання ЛПВЩ). Отримані дані підтверджують системну дію фізичних тренувань, спрямовану на корекцію факторів кардіоваскулярного ризику, що є критично важливим для хворих із кардіо- метаболічним синдромом.

Оцінювання якості життя за опитувальником MLHFQ зафіксувало клінічно значуще покращення суб'єктивного самопочуття пацієнтів ОГ (зниження сумарного бала на 12,3 пункту, $p < 0,001$). Це доводить, що поєднання аеробних вправ із цілеспрямованим тренуванням дихальних м'язів дозволяє не лише покращити функціональні показники, а й забезпечити психоемоційне відновлення пацієнтів.

Практичні рекомендації

На основі результатів проведеного дослідження та узагальнення сучасних доказових даних щодо фізичної терапії пацієнтів із поєднанням хронічної серцевої недостатності (ХСН) та метаболічного синдрому (МС), для практичного застосування фізичними терапевтами в умовах кардіореабілітаційних центрів і стаціонарів рекомендується наступне:

У пацієнтів із кардіо-метаболічним фенотипом доцільно систематично виявляти ознаки слабкості дихальних м'язів шляхом вимірювання максимального інспіраторного тиску (МІТ). Клінічно значущою слабкістю слід вважати зниження МІТ менше ніж 70 % від належних значень або рівень нижче 60 см Н₂O, що є прямим показанням до призначення респіраторного тренування.

Рекомендується включати селективне тренування дихальних м'язів як обов'язковий компонент комплексних програм фізичної терапії поряд з аеробними навантаженнями. Це дозволяє ефективніше пригнічувати респіраторний метаборекс, зменшувати вираженість задишки за шкалою Борга та підвищувати толерантність до фізичних навантажень.

Для досягнення стабільної морфо-функціональної адаптації діафрагми слід використовувати порогові тренажери (наприклад, Philips Respironics Threshold IMT), які забезпечують сталий опір на вдиху. Оптимальними параметрами тренування є:

- Інтенсивність: 60 % від індивідуального МІТ.
- Режим: 6 серій по 5-10 інспіраторних зусиль із поступовим скороченням пауз відпочинку від 60 до 5 секунд.
- Частота та тривалість: 1-2 рази на день, не менше 5-7 днів на тиждень протягом 8–12 тижнів.

Менеджмент пацієнтів повинен базуватися на тісній взаємодії фізичного терапевта, кардіолога та ендокринолога. Програма фізичної терапії має бути

інтегрована з медикаментозною корекцією компонентів МС (АТ, глікемії, ліпідного профілю) та дієтичними рекомендаціями (обмеження солі <5-6 г/добу, контроль калорійності).

Для підвищення прихильності до реабілітації пацієнтів необхідно навчати принципам самоконтролю з обов'язковим веденням щоденника, де фіксуються ЧСС, АТ та суб'єктивна оцінка задишки до і після занять. Пацієнтів слід інформувати про «червоні прапорці» (наприклад, збільшення маси тіла на >2 кг за 3 дні), що вимагають негайної корекції терапії.

Процес фізичної терапії повинен починатися на госпітальному етапі (адаптація до навантажень, навчання діафрагмальному диханню) з обов'язковим переходом на амбулаторну фазу (основний тренувальний цикл) та подальшим підтриманням активності в домашніх умовах.

Призначення інтенсивності тренувань (як аеробних, так і респіраторних) має здійснюватися з урахуванням функціонального класу за NYHA та результатів ТШХ. Адекватною реакцією на навантаження вважається зростання ЧСС на 10-20 уд./хв та САТ на 20-40 мм рт. ст. від вихідного рівня.

Додатки

Додаток А.

Орієнтовний комплекс дихальної гімнастики для пацієнтів із ХСН та метаболічним синдромом

Мета комплексу – покращення функції дихальних м'язів (насамперед діафрагми та допоміжних м'язів вдиху), зменшення задишки, оптимізація вентиляційно перфузійних співвідношень і підвищення толерантності до фізичного навантаження в межах безпечного для пацієнта діапазону.

Загальні принципи проведення

Заняття проводяться у добре провітреному приміщенні, через 1,5–2 години після прийому їжі, у зручному для пацієнта одязі.

Інтенсивність навантаження відповідає легкому-помірному рівню за суб'єктивною шкалою сприйняття навантаження (пацієнт може розмовляти повними фразами; відсутні відчуття вираженої нестачі повітря, запаморочення, болю за грудниною).

Дихання переважно здійснюється через ніс на вдиху та через напівстулені губи на видиху; видих подовжується (співвідношення тривалості вдиху до видиху орієнтовно 1:2).

Темп виконання вправ – повільний або помірний, із акцентом на контрольоване, ритмічне дихання без натужування.

При появі ознак непереносимості (посилення задишки, запаморочення, серцебиття, біль у грудній клітці) заняття негайно припиняється, пацієнт переходить у зручне положення (сидячи, напівсидячи), проводиться контроль АТ і ЧСС фізичним терапевтом.

Структура заняття

- Підготовча частина (3–5 хв): виховування діафрагмального типу дихання, легкі вправи для дистальних відділів кінцівок, мобілізація грудної клітки.
- Основна частина (10–15 хв): специфічні дихальні вправи з елементами координації дихання та рухів, у різних вихідних положеннях.
- Заключна частина (3–5 хв): вправи на розслаблення, сповільнення дихання, нормалізацію ЧСС і АТ.

Орієнтовний перелік дихальних вправ

Вправи можуть комбінуватися залежно від стану пацієнта; кількість повторень та темп уточнюються індивідуально.

Діафрагмальне дихання в положенні лежачи

Вихідне положення: лежачи на спині, ноги зігнуті в колінах, стопи на опорі, долоня на передній черевній стінці.

Виконання: повільний вдих через ніс з «підняттям» передньої черевної стінки, подовжений видих через напівстулені губи з «опусканням» живота.

Дозування: орієнтовно 8–10 циклів, 1–2 підходи.

Діафрагмальне дихання в положенні сидячи

Вихідне положення: сидячи на стільці з опорою для спини, стопи на підлозі.

Виконання: аналогічно попередній вправі, з контролем рухів діафрагми за відчуттями.

Дозування: 8–10 циклів, 1–2 підходи.

Дихання з подовженим видихом («губне гальмування»)

Вихідне положення: сидячи або стоячи.

Виконання: вдих через ніс, повільний видих через напівстулені губи, ніби «через соломинку»; пацієнт слідкує за плавністю видиху.

Дозування: 6–8 циклів.

Дихання з рухами верхніх кінцівок (сидячи)

Вихідне положення: сидячи, руки вздовж тулуба.

Виконання: на вдиху – повільне відведення рук через сторони вгору до горизонтального рівня або вище (за переносимістю), на видиху – повернення у вихідне положення.

Дозування: 6–8 повторень.

Кероване дихання (стоячи або сидячи)

Вихідне положення: руки покладені на нижні ребра з боків.

Виконання: вдих – пацієнт відчуває розширення нижніх відділів грудної клітки, видих – легке «стискання» руками нижніх ребер, що сприяє повному видиху.

Дозування: 6–8 циклів.

Координація дихання з рухами нижніх кінцівок (сидячи)

Вихідне положення: сидячи, стопи на підлозі.

Виконання: на вдиху – розгинання однієї ноги в колінному суглобі, на видиху – повернення у вихідне положення; чергування правої та лівої ноги.

Дозування: 6–8 повторень на кожну ногу.

Дихання з елементами рухів тулуба (стоячи)

Вихідне положення: стоячи, ноги на ширині плечей, руки на поясі.

Виконання: на вдиху – легкий нахил тулуба вбік, на видиху – повернення у вихідне положення; виконувати в обидва боки без різких рухів.

Дозування: 4–6 повторень у кожен бік.

Поєднання дихання з ходьбою на місці

Вихідне положення: стоячи.

Виконання: пацієнт виконує ходьбу на місці з невеликою амплітудою підйому стоп, на 2–3 кроки – вдих, на наступні 3–4 кроки – подовжений видих; темп відповідає легкому навантаженню.

Тривалість: 1–3 хв (за умови доброї переносимості).

Вправи на розслаблення з уповільненим диханням

Вихідне положення: лежачи або сидячи у зручному положенні.

Виконання: повільні вдихи та видихи, акцент на пасивному розслабленні м'язів плечового поясу, шиї, обличчя; можна поєднувати з елементами аутогенних формул (за відсутності когнітивних порушень).

Дозування: 3–5 хв наприкінці заняття.

Орієнтовна тривалість заняття – 20–25 хв, частота – 1–2 рази на день, 5–6 днів на тиждень, курс не менше 8–12 тижнів, з подальшим переходом до підтримувального режиму.

Інспіраторне тренування (ІМТ)

ІМТ доцільно використовувати з застосуванням спеціального пристрою з регульованим опором (наприклад, Philips Respironics Threshold IMT), що дозволяє дозувати навантаження на інспіраторні м'язи.

- Визначається вихідний МІТ за допомогою манометра.
- Стартовий опір підбирається індивідуально таким чином, щоб пацієнт міг виконати задану кількість дихальних циклів без вираженого стомлення та ознак декомпенсації.
- Тривалість однієї сесії ІМТ – 10–20 хв; частота – 1–2 рази на день, не менше 5 днів на тиждень.
- У процесі курсу навантаження поступово підвищується за умови доброї переносимості й відсутності небажаних реакцій; контроль – за суб'єктивними відчуттями, толерантністю до навантаження та показниками безпеки (АТ, ЧСС).

Додаток Б.

Карта первинного та повторного обстеження пацієнта

Форма заповнюється лікарем та/або фізичним терапевтом на початку, у проміжні терміни та після завершення програми реабілітації.

1. Паспортна та загальноклінічна частина

- Прізвище, ім'я, по батькові.
- Дата народження, вік, стать.
- Номер історії хвороби / амбулаторної картки.
- Діагноз основного захворювання (ХСН із зазначенням етіології, стадії, ФК за NYHA).
- Супутні захворювання (артеріальна гіпертензія, ІХС, ЦД 2 типу, дисліпідемія тощо).
- Медикаментозна терапія (інгібітори АПФ/АРА, бета блокатори, діуретики, антагоністи альдостерону, статини, гіпоглікемічні засоби тощо).

2. Параметри метаболічного синдрому

- Маса тіла, зріст, ІМТ.
- Окружність талії.
- Артеріальний тиск (САТ/ДАТ у спокої).
- Ліпідний профіль (ЗХ, ЛПНЩ, ЛПВЩ, ТГ).
- Глікемія натще, HbA1c (за наявності).

3. Функціональний стан серцево-судинної та дихальної систем

- ФК за NYHA.
- Частота серцевих скорочень у спокої.
- Дані ЕКГ, ехокардіографії (ФВ ЛШ, розміри порожнин, маса міокарда, легеневий тиск тощо).
- Спірометрія (ФЖЄЛ, ОФВ₁, інші показники за потреби).

4. Тести толерантності до навантаження та якості життя

- Дистанція ТШХ (м), суб'єктивна задишка за шкалою Борга до та після тесту.
- Результати кардіопульмонального навантажувального тесту (VO_2 reak, АТ тощо) – за наявності.
- Опитувальник MLHFQ (загальний бал, підшкали) – заповнюється пацієнтом перед і після курсу реабілітації.

5. Супровідні зауваження

- Наявність/відсутність протипоказань до навантажень.
- Особливості мотивації пацієнта, соціальна підтримка.
- Планована структура програми фізичної терапії (обсяг і форми занять, ІМТ, дихальна гімнастика, аеробні тренування).

Додаток В.

Схема програми фізичної терапії та щоденник самоконтролю

Схема програми фізичної терапії

Етап	Тривалість (орієнтовно)	Умови проведення	Основні компоненти програми
Госпітальний	1–2 тижні	Кардіологічне відділення	Навчання діафрагмальному диханню, легкі дихальні вправи, рання активізація (сидіння, ходьба по палаті/коридору), початкові сесії ІМТ (за показаннями).
Амбулаторний	4–12 тижнів	Ден.стаціонар / кардіореаб. центр	Структуровані аеробні тренування (ходьба, велоергометр), дихальна гімнастика, ІМТ, вправи на м'язову силу та витривалість, освітні заняття.
Домашній	Після амбулаторного етапу	Дім пацієнта	Підтримувальний комплекс дихальних вправ, продовження імплементованого ІМТ, дозована ходьба, домашні вправи за індивідуальним планом, самоконтроль.

Щоденник самоконтролю пацієнта

Форма заповнюється пацієнтом щодня, використовується для оцінки прихильності до програми та своєчасного виявлення небажаних явищ.

Орієнтовні графи щоденника:

- Дата.
- Ранкові показники: АТ (САТ/ДАТ), ЧСС у спокої.
- Виконані вправи (відмітка: дихальна гімнастика, ІМТ, ходьба/аеробні вправи; тривалість та орієнтовна інтенсивність).
- Задишка за шкалою Борга до і після заняття.
- Суб'єктивне самопочуття (добре/задовільне/погане; опис скарг).
- Примітки (зміни в медикаментозній терапії, консультації лікаря, госпіталізації тощо).

Список використаних джерел

1. Боровик К. М., Кадикова О. І., Кравчун П. Г. та ін. Оцінка показників ліпідного обміну у хворих з хронічною серцевою недостатністю ішемічного генезу з супутньою метаболічною патологією в залежності від рівня несфатинемії // Патологія. 2025. Т. 22, № 3(65). С. 200–206.
2. Вітомський В. В., Вітомська М. В., Малишко Ю. Г., Джевага В. В., Решетник Д. М. Тренування інспіраторних м'язів у пацієнтів із хронічною серцевою недостатністю // Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія. 2025. № 1. С. 60–66.
3. Кадикова О. І. Хронічна серцева недостатність у хворих на ішемічну хворобу серця та ожиріння: патогенез, перебіг і лікування з урахуванням генетичних аспектів : автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Харків : ХНМУ, 2019. 46 с.
4. Калмикова Ю. С. Сучасний погляд на проблему використання способу життя як засобу немедикаментозної терапії метаболічного синдрому // Rehabilitation & recreation. 2023. № 16. С. 37–45.
5. Міщенко Л. А., Соколова Л. К. Кардіо рено метаболічний пацієнт: ефективний менеджмент із погляду кардіолога та ендокринолога // Збірник клінічних рекомендацій: кардіологія та ревматологія (онлайн ресурс Health UA). 2025.
6. Рекомендації Всеукраїнської асоціації кардіологів України з діагностики, лікування та профілактики хронічної серцевої недостатності. Київ, 2024. 238 с.
7. Сафронова Ю. В., Добровольська Н. А. Фізична терапія хворих з хронічною серцевою недостатністю // Синтез теорії і практики у навчально методичному і клінічному забезпеченні здорового способу

- життя : матер. наук. конгр. з міжнар. участю. Київ, 25 листопада 2022 р. С. 188–194.
8. Серцево-судинні захворювання. Класифікація, стандарти діагностики та лікування / За ред. В. М. Коваленка, М. І. Лутая, Ю. М. Сіренка, О. С. Сичова. 2-ге вид., переробл. та доповн. Київ : МОРІОН, 2016. 192 с.
 9. Скибчик В. А. Хронічна серцева недостатність: нові підходи до діагностики та лікування // Ліки України. 2016. № 10 (206). С. 35–41.
 10. Соколова А. М., Пушкарьов В. В., Соколова Л. К. та ін. Серцева недостатність зі збереженою фракцією викиду та метаболічний синдром. Основні фактори розвитку, роль епікардіального жиру // Ендокринологія. 2024. Т. 29, № 1. С. 42–57.
 11. Adamopoulos S., Schmid J. P., Dendale P., Poerschke D., Hansen D., Dritsas A. et al. Combined aerobic/inspiratory muscle training vs. aerobic training in patients with chronic heart failure: The Vent-HeFT trial // European Journal of Heart Failure. 2014. Vol. 16, No. 5. P. 574–582.
 12. Ahmad M. W. et al. Effect of cardiac rehabilitation on metabolic syndrome and its components: A systematic review and meta-analysis // Journal of Research in Medical Sciences. 2016. Vol. 21. P. 18.
 13. Arcopinto M., Schiavo A., Salzano A. et al. Metabolic syndrome in heart failure // Heart Failure Clinics. 2019. Vol. 15, No. 3. P. 349–358.
 14. Bánfi-Bacsárdi F., Kazay Á., Gergely T. G. et al. Therapeutic consequences and prognostic impact of multimorbidity in heart failure: Time to act // Journal of Clinical Medicine. 2025. Vol. 14, No. 1. P. 139.
 15. Bosnak-Guclu M., Arıkan H., Savcı S., Inal-Ince D., Tulumen E., Aytımır K. et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure // Respiratory Medicine. 2011. Vol. 105, No. 11. P. 1671–1681.

16. Bozkurt B., Coats A. J. S., Tsutsui H. et al. Contributory risk and management of comorbidities of hypertension, obesity, diabetes mellitus, hyperlipidemia, and metabolic syndrome in chronic heart failure: A scientific statement from the American Heart Association // *Circulation*. 2016. Vol. 134, No. 23. P. e535–e578.
17. Cavallari I., Cannon C. P., Braunwald E. et al. Metabolic syndrome and the risk of adverse cardiovascular events after an acute coronary syndrome // *European Journal of Preventive Cardiology*. 2018. Vol. 25, No. 8. P. 830–838.
18. Dun Y., Thomas R. J., Smith J. R. et al. High-intensity interval training improves metabolic syndrome and body composition in outpatient cardiac rehabilitation patients with myocardial infarction // *Cardiovascular Diabetology*. 2019. Vol. 18. P. 104.
19. Fernandez-Rubio H., Becerro-de-Bengoa-Vallejo R., Rodríguez-Sanz D. et al. Inspiratory muscle training in patients with heart failure // *Journal of Clinical Medicine*. 2020. Vol. 9, No. 6. P. 1710.
20. Gayda M., Brun C., Juneau M. et al. Long-term cardiac rehabilitation and exercise training programs improve metabolic parameters in metabolic syndrome patients with and without coronary heart disease // *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2008. Vol. 18, No. 2. P. 142–151.
21. Güneş M. et al. Effects of inspiratory muscle training on oxygen consumption, muscle oxygen, and physical activity levels in patients with Parkinson's disease // *Scientific Reports*. 2025.
22. Han T. S., Lean M. E. A clinical perspective of obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease // *JRSM Cardiovascular Disease*. 2016. Vol. 5. P. 2048004016633371.

23. Heidenreich P. A., Bozkurt B., Aguilar D. et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure: Executive summary // *Circulation*. 2022. Vol. 145, No. 18. P. e895–e1032.
24. Hu H., Nakagawa T., Honda T. et al. Metabolic syndrome over 4 years before the onset of cardiovascular disease: Nested case–control study // *Circulation Journal*. 2018. Vol. 82, No. 2. P. 430–436.
25. Kränkel N., Bahls M., Van Craenenbroeck E. M. et al. Exercise training to reduce cardiovascular risk in patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus: How does it work? // *European Journal of Preventive Cardiology*. 2019.
26. Latour J. et al. Cardiac rehabilitation for prediabetes and metabolic syndrome remission: Impact of ultraprocessed food-intake reduction and time-restricted feeding. 2025.
27. Li H., Tao L., Huang Y., Li Z., Zhao J. Inspiratory muscle training in patients with heart failure: A systematic review and meta-analysis // *Frontiers in Cardiovascular Medicine*. 2022. Vol. 9. P. 993846.
28. Long L., Mordi I. R., Bridges C. et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure (ExTraMATCH II): An individual patient data meta-analysis // *European Journal of Heart Failure*. 2023. Vol. 25, No. 12. P. 2263–2275.
29. Mello P. R., Guerra G. M., Borile S. et al. Inspiratory muscle training reduces sympathetic nervous activity and improves inspiratory muscle weakness and quality of life in patients with chronic heart failure // *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*. 2012. Vol. 32, No. 5. P. 255–261.

30. Molloy C., Long L., Mordi I. R., Bridges C., Sagar V. A., Davies E. J. et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure // Cochrane Database of Systematic Reviews. 2024. Issue 3. Art. No. CD003331.
31. Moreno A. M., Toledo-Arruda A. C., Lima J. S. et al. Inspiratory muscle training improves intercostal and forearm muscle oxygenation in patients with chronic heart failure // Journal of Cardiac Failure. 2017. Vol. 23, No. 9. P. 672–679.
32. Ostman C., Smart N. A., Morcos D. et al. The effect of exercise training on clinical outcomes in metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis // Cardiovascular Diabetology. 2017. Vol. 16. P. 110. [pubmed.ncbi.nlm.nih](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31811110/)
33. Palau P., Domínguez E., Núñez E. et al. Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure with preserved ejection fraction // European Journal of Preventive Cardiology. 2014. Vol. 21, No. 12. P. 1465–1473.
34. Perrone-Filardi P., Savarese G., Scarano M. et al. Prognostic impact of metabolic syndrome in patients with chronic heart failure: Data from GISSI-HF trial // International Journal of Cardiology. 2015. Vol. 178. P. 85–90.
35. Powell-Wiley T. M., Poirier P., Burke L. E. et al. Obesity and cardiovascular disease: A scientific statement from the American Heart Association // Circulation. 2021. Vol. 143, No. 21. P. e984–e1010.
36. Purwowyoto S. L., Prawara A. S. Metabolic syndrome and heart failure: Mechanism and management // Medicine and Pharmacy Reports. 2021. Vol. 94, No. 1. P. 15–21. [Purwowyoto.pdf](#)
37. Smart N. A., Giallauria F., Dieberg G. Efficacy of inspiratory muscle training in chronic heart failure patients: A systematic review and meta-analysis // International Journal of Cardiology. 2013. Vol. 167, No. 4. P. 1502–1507. [ncbi.nlm.nih](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24111110/)

38. Trepa M., Fontes-Oliveira M., Santos R. et al. Benefit of cardiac rehabilitation in patients with metabolic syndrome and coronary heart disease // *European Heart Journal*. 2018. Vol. 39 (Suppl 1). Abstract ehy565.P2554.pubmed.ncbi.nlm.nih
39. Tune J. D., Goodwill A. G., Sassoon D. J., Mather K. J. Cardiovascular consequences of metabolic syndrome // *Translational Research*. 2017. Vol. 183. P. 57–70.
40. Weiner P., Waizman J., Magadle R., Berar-Yanay N., Pelled B. The effect of specific inspiratory muscle training on the sensation of dyspnea and exercise tolerance in patients with congestive heart failure // *Clinical Cardiology*. 1999. Vol. 22, No. 11. P. 727–732.pubmed.ncbi.nlm.nih
41. Writing Committee Members; ACC/AHA Joint Committee Members. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure // *Journal of Cardiac Failure*. 2022. Vol. 28, No. 5. P. e1–e167.
42. Yi-Tian Liu, Deng C.-J. Efficacy of different modes of exercise-based cardiac rehabilitation delivery for patients with heart failure: A systematic review and network meta-analysis // *Cardiovascular Diagnosis and Therapy*. 2025. Vol. 15, No. 3.
43. Zaffagni S., et al. Practical guidelines for exercise prescription in patients with heart failure // *Journal of Cardiovascular Development and Disease*. 2023. Vol. 10, No. 4. P. 147.