

УДК 615.8:796.412]:616.858

DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2025.1.16>**Кальонова Ірина Валентинівна,**кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри терапії та реабілітації
Запорізького національного університету
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9826-923X>**Богдановська Надія Василівна,**доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри терапії та реабілітації
Запорізького національного університету
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2410-845X>**Позмогова Наталія Василівна,**кандидат медичних наук, доцент,
доцент кафедри терапії та реабілітації
Запорізького національного університету
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5266-2570>

ЕФЕКТИВНІСТЬ АЕРОБНИХ ТРЕНУВАНЬ У ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ ХВОРОБИ ПАРКІНСОНА: ДІАГНОСТИЧНІ КРИТЕРІЇ ТА КЛІНІЧНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Анотація. Актуальність. Хвороба Паркінсона (далі – ХП) є одним з найпоширеніших нейродегенеративних захворювань центральної нервової системи. Навіть за оптимальної медичної допомоги в пацієнтів із ХП спостерігається прогресувальне погіршення функціональної активності, здатності до повсякденної діяльності та соціальної участі. З огляду на це, дедалі більше наукових досліджень підкреслюють важливість інтеграції фізичної терапії в реабілітаційні програми, особливо для корекції моторних і немоторних порушень на ранніх стадіях захворювання.

Мета роботи – оцінити сучасні науково-доказові підходи до застосування аеробних тренувань у фізичній терапії хвороби Паркінсона.

Матеріали та методи – теоретичний аналіз й узагальнення сучасної наукової та методичної літератури.

Результати дослідження. Аналіз досліджень, виконаних протягом останніх 15 років, дав змогу виокремити ключові напрями фізичної терапії, підтверджені високим рівнем доказовості, які сприяють покращенню функціональних результатів та якості життя пацієнтів із ХП. До них належать: аеробні вправи, силові тренування, вправи для покращення балансу, тренування ходи, методи з використанням зворотного зв'язку та групові заняття в громаді. Вибираючи метод втручання, необхідно орієнтуватися на відпрацювання конкретних видів діяльності в порушених сферах кожного пацієнта. Основною рекомендацією щодо фізичної активності при хворобі Паркінсона є аеробні вправи, терапевтичний ефект яких пов'язують із нейропластичністю стріопалідарної системи та підвищенням вивільнення дофаміну. Результати досліджень демонструють різноманітність фізичних втручань, заснованих на аеробних вправах, та їх позитивний вплив на моторні, когнітивні й функціональні показники в пацієнтів із ХП.

Висновки. Виконання завдання підвищення ефективності фізичної терапії при хворобі Паркінсона потребує подальших досліджень, спрямованих на оптимізацію протоколів реабілітації та оцінці довгострокових ефектів впливу фізичної терапії.

Ключові слова: хвороба Паркінсона, моторні симптоми, фізична терапія, аеробні тренування.

Kalonova I.V., Bohdanovska N.V., Pozmohova N.V. The efficacy of aerobic training in physical therapy for Parkinson's disease: diagnostic criteria and clinical outcomes

Abstract. Topicality. Parkinson's disease (PD) is one of the most common neurodegenerative disorders of the central nervous system. Even with optimal medical care, patients with PD experience progressive deterioration in functional activity, ability to perform daily tasks, and social participation. Consequently, an increasing number of scientific studies emphasize the importance of integrating physical therapy into rehabilitation programs, particularly for addressing motor and non-motor impairments in the early stages of the disease.

The goal of the work is to evaluate contemporary evidence-based approaches to the application of aerobic training in physical therapy for Parkinson's disease.

Materials and methods. Theoretical analysis and synthesis of modern scientific and methodological literature.

Research results. The analysis of studies conducted over the past 15 years has identified key areas of physical therapy supported by a high level of evidence, which contribute to improved functional outcomes and quality of life in patients with PD. These include aerobic exercises, strength training, balance exercises, gait training, methods utilizing biofeedback, and community-based group activities. When selecting an intervention method, it is essential to focus on addressing specific activities in the impaired domains of each patient. The primary recommendation for physical activity in Parkinson's disease is aerobic exercise, the therapeutic effects of which are associated with neuroplasticity in the striopallidal system and increased dopamine release. Research results demonstrate the diversity of physical interventions based on aerobic exercises and their positive impact on motor, cognitive, and functional indicators in patients with PD.

Conclusions. Addressing the challenge of enhancing the efficacy of physical therapy for Parkinson's disease requires further research aimed at optimizing rehabilitation protocols and evaluating the long-term effects of physical therapy.

Key words: Parkinson's disease, motor symptoms, physical therapy, aerobic training.

Вступ. Хвороба Паркінсона (далі – ХП) належить до найпоширеніших нейродегенеративних захворювань центральної нервової системи, яке характеризується хронічним прогресуючим перебігом із розвитком моторних та немоторних симптомів [1]. За статистикою МОЗ України, станом на 2020 рік у країні зареєстровано понад 23 тисячі осіб із ХП, що становить 61,4 випадки на 100 тисяч населення, при цьому щорічно діагностується до 2,5 тисячі нових випадків [2].

Дослідження «Глобальний тягар хвороб», проведене Всесвітньою організацією охорони здоров'я (далі – ВООЗ) у період з 1990 до 2016 року, виявило, що ХП є неврологічним розладом, який найшвидше зростає у світі за показниками інвалідності та смертності [3]. За прогностичними оцінками ВООЗ, до 2030 року кількість хворих на ХП може досягти приблизно 9 мільйонів, а до 2040 року перевищить 12 мільйонів [4]. Серед основних чинників, що сприяють стрімкому зростанню захворюваності, виокремлюють старіння населення, удосконалення діагностичних методів, упровадження інноваційних технологій та підвищення обізнаності про захворювання. Додатковим фактором є збільшення середньої тривалості життя [5; 6]. У червні 2022 року ВООЗ опублікувала технічну доповідь «Хвороба Паркінсона: підхід до охорони здоров'я», у якій обґрунтовано глобальну проблему поширеності ХП та запропоновано ключові рішення, зокрема забезпечення доступності діагностики, терапії, догляду й міждисциплінарної реабілітації для пацієнтів [7].

За відсутності етіопатогенетичних методів впливу на хворобу Паркінсона, сучасні терапевтичні підходи передбачають замісну дофамінергічну терапію, симптоматичну корекцію, підтримку якості життя та хірургічні методи, як-от глибока стимуляція мозку. Ці підходи значно покращили контроль над симптомами та збільшили середню тривалість життя на десятиліття. Однак навіть за оптимальної медичної допомоги в пацієнтів із ХП спостерігається прогресувальне погіршення функціональної активності, здатності

до повсякденної діяльності та соціальної участі [8]. З огляду на це, дедалі більше наукових досліджень підкреслюють важливість інтеграції фізичної терапії в реабілітаційні програми, особливо для корекції моторних і немоторних порушень на ранніх стадіях захворювання.

Протягом останніх двадцяти років спостерігається значне зростання кількості досліджень, присвячених впливу фізичних вправ на пацієнтів із хворобою Паркінсона. Цей обсяг первинних наукових досліджень став основою для проведення метааналізів різноманітних втручань та розробки клінічних рекомендацій щодо фізичної терапії при ХП [9]. Зокрема, метааналіз 43 досліджень, спрямованих на оцінку ефективності фізіотерапевтичних втручань для покращення швидкості ходи та функції балансу в пацієнтів з ХП, проведений К. Томлінсон, дав змогу зробити висновок про відсутність достатніх доказів для підтвердження або спростування ефективності будь-якого із цих методів [8]. Зі свого боку, Д. Раддер у нещодавньому метааналізі результатів 191 дослідження (2023) зазначає, що застосування різних стратегій фізичної терапії призводить до покращення окремих моторних функцій у пацієнтів із ХП [10]. Однак автор підкреслює обмеження, як-от велика різноманітність втручань за кількістю, інтенсивністю та тривалістю тренувань, невеликі розміри вибірок і відсутність довгострокових спостережень, що ускладнює формулювання стандартизованих рекомендацій.

Мета та завдання – оцінити сучасні науково-довказові підходи до застосування аеробних тренувань у фізичній терапії хвороби Паркінсона.

Методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення даних сучасної наукової та методичної літератури.

Результати дослідження. Хвороба Паркінсона є хронічним прогресувальним захворюванням головного мозку, яке характеризується переважною дегенерацією дофамінергічних нейронів чорної субстанції та інших структур екстрапірамідної системи, які відповідають за організацію

та контроль рухів. Дефіцит дофаміну призводить до розвитку моторних симптомів хвороби Паркінсона, серед яких основним є гіпокінезія – зменшення амплітуди та швидкості рухів. Також спостерігаються підвищення м'язового тону за пластичним типом (ригідність), тремор спокою та, на пізніх стадіях, постуральна нестійкість.

Гіпокінезія, як одна з основних форм моторних порушень, є ключовим критерієм діагностики ХП. Вона проявляється зменшенням амплітуди та швидкості рухів, кількості спонтанних рухів, як-от жестикуляція або зміна положення тіла, що призводить до обмеженої рухової активності. Пацієнти виконують рухи повільно (брадікінезія), що найбільш помітно при повторюваних діях, наприклад, застігання гудзиків або написання тексту [11]. Характерними ознаками гіпокінезії є маловиразне обличчя («маскоподібне обличчя») та монотонна, тиха мова.

Паркінсонічна ригідність визначається як рівномірне й незалежне від швидкості підвищення м'язового тону, що оцінюється за опором м'язів до пасивних рухів. Часто спостерігається феномен «зубчастого колеса», коли опір під час пасивного руху є нерівномірним. Ригідність призводить до формування характерної постави: сутулість, нахил голови вперед, напівзігнуті та притиснуті до тулуба лікті, ноги напівзігнуті в колінних і кульшових суглобах. Постійне напруження м'язів може викликати біль і швидко втому [12].

Тремор при ХП має специфічні характеристики, зокрема, проявляється в стані спокою (тремор спокою) і зменшується під час активних рухів або сну. Він зазвичай починається в одній верхній кінцівці (наприклад, «скочування пігулки» між великим і вказівним пальцями) й може поширюватися на інші частини тіла. Частота тремору становить 4–6 Гц. Хоча цей симптом рідко призводить до інвалідазації, він може спричинити соціальну ізоляцію та ускладнювати виконання точних рухів [13].

Постуральні порушення зазвичай виникають на пізніх стадіях ХП і містять специфічні зміни патерну ходи: повільна хода з дрібними, шаркаючими кроками, зменшення розмаху рук, нахил тулуба вперед, що погіршує баланс і збільшує ризик падінь. Серед інших проявів – «застигання ходи» (freezing of gait), яке характеризується раптовою неможливістю почати або продовжити ходьбу, особливо при поворотах або проходженні через вузькі простори. Також спостерігаються асиметрія кроків, ретропульсія та пропульсія, що пов'язані з неправильним розподілом ваги тіла. Пацієнти відчувають труднощі при ходьбі

на довгі дистанції, підйомі по сходах або подоланні перешкод, що робить ходьбу виснажливою та неефективною [14].

Ч. Парк виокремлює порушення балансу як ключовий компонент постуральних порушень, який значно впливає на якість життя, захворюваність і смертність у пацієнтів із ХП. Навіть на ранніх стадіях захворювання при оптимальному медикаментозному лікуванні частота падінь становить 40–70 %, що підкреслює необхідність спеціальних утручань для зменшення ризику [15].

Немоторні симптоми посідають важливе місце в клінічній картині ХП і часто мають більш виражений інвалідизувальний вплив, ніж рухові порушення. Ці симптоми сприяють соціальній ізоляції, зниженню функціональної активності пацієнтів та значно збільшують навантаження на їхніх родичів. Немоторні порушення містять вегетативні, когнітивні та психічні симптоми, які часто з'являються на ранніх стадіях захворювання й прогресують разом із руховими порушеннями. Серед вегетативних порушень найчастіше спостерігаються ортостатична гіпотензія, шлунково-кишкові розлади, сечові дисфункції та порушення терморегуляції. Когнітивні порушення при ХП варіюють від легких когнітивних розладів до тяжких форм деменції. Пацієнти часто стикаються з труднощами в пам'яті, концентрації уваги, плануванні та виконанні складних завдань, а також із порушеннями абстрактного мислення. Психічні порушення також є поширеними і містять депресію, тривожні стани, апатію та порушення сну [16].

У 1967 році Хен і Яром запропоновано шкалу, яка відображає стадії розвитку хвороби Паркінсона та дає змогу класифікувати захворювання за ступенем тяжкості рухових порушень. Наразі застосовується модифікована версія цієї шкали, у яку додано два ступені (табл. 1). Для більш детальної та комплексної оцінки стану пацієнтів із ХП розроблена Уніфікована шкала оцінки хвороби Паркінсона (Unified Parkinson's Disease Rating Scale, UPDRS), яка передбачає оцінку моторних і немоторних симптомів, функціональної активності та ускладнень лікування. Так, UPDRS дає змогу не лише визначити стадію захворювання, а й детально оцінити всі аспекти хвороби, що робить її незамінним інструментом для клінічних досліджень, моніторингу ефективності терапії та індивідуалізації лікування.

Клінічні рекомендації Європейської та Американської асоціацій з хвороби Паркінсона виокремлюють ключові напрями фізичної терапії, підтверджені високим рівнем доказовості, які сприяють

покращенню функціональних результатів та якості життя пацієнтів із ХП. До них належать: аеробні вправи, силові тренування, вправи для покращення балансу, тренування ходи, методи з використанням зворотного зв'язку та групові заняття в громаді [17]. Розробляючи індивідуальний план реабілітації, необхідно орієнтуватися на відпрацювання конкретних видів діяльності в порушених сферах, що забезпечує підвищення ефективності повсякденної активності. У таблиці 2 наведено завдання реабілітації, які відповідають стадіям хвороби за шкалою Хен і Яра.

Основною рекомендацією щодо фізичної активності при хворобі Паркінсона є аеробні вправи. Дослідження, проведені на тваринних моделях ХП, продемонстрували, що високоінтенсивні аеробні тренування мають нейропротекторний ефект, збільшуючи рівень нейротрофічного фактору мозку та інших білків у чорній субстанції та смугастому тілі [18]. Наявні дані свідчать

про те, що аеробні вправи сприяють структурним і функціональним змінам у центральній нервовій системі як у здорових осіб похилого віку, так і в пацієнтів із ХП [19].

У дослідженні Д. Альбертса показано, що після одноразового високоінтенсивного фізичного навантаження в пацієнтів із ХП спостерігалася модель активації на функціональній МРТ, подібна до тієї, що виникає після прийому препаратів замісної терапії [20]. У роботі М. Сачелі, де також використовувалася функціональна МРТ, досліджувався вплив 36 сеансів аеробних тренувань на вивільнення дофаміну та активність екстрапірамідних структур ЦНС у пацієнтів із легкими формами ХП. Автори дійшли висновку, що терапевтичний ефект фізичних вправ пов'язаний із нейропластичністю стріопалідарної системи та підвищенням вивільнення дофаміну [21].

Протягом останніх років кількість високоякісних рандомізованих клінічних досліджень, присвя-

Таблиця 1

Модифікована шкала Хен і Яра

Стадія	Характеристика порушення
1	Одностороннє ураження з мінімальною функціональною неповносправністю або без неї
1,5	Одностороннє ураження з порушенням постави або ходи
2	Двостороннє ураження без порушення балансу
2,5	Двостороннє ураження з легким порушенням балансу, яке пацієнт здатний компенсувати самостійно (проба з поштовхом)
3	Двостороннє ураження легкого та середнього ступеня, помірна постуральна нестабільність, фізично незалежний
4	Важка інвалідизувальна хвороба, досі може ходити або стояти без сторонньої допомоги
5	Повна інвалідизація. Пацієнти прикуті до ліжка або інвалідного візка.

Таблиця 2

Завдання реабілітації залежно від стадії хвороби Паркінсона за шкалою Хен і Яра

Стадія хвороби	Завдання	Види втручань
1–1,5	Профілактика прогресування рухових порушень. Підтримка фізичної активності. Покращення координації та балансу. Освіта пацієнта.	Запровадження регулярної фізичної активності для вповільнення розвитку симптомів. Аеробні тренування (ходьба, плавання, велотренажер) для покращення кардіореспіраторної витривалості. Силові тренування для підтримки м'язової сили. Вправи на балансі координацію для запобігання майбутнім порушенням. Навчання правильної техніки виконання вправ.
2–4	Покращення функціональної мобільності. Профілактика падінь. Профілактика застигання при ході. Зменшення ригідності та покращення гнучкості. Підтримка функціональної незалежності.	Тренування ходи з акцентом на збільшення довжини кроку та синергії верхніх кінцівок. Вправи для покращення поворотів і змін напрямку руху. Тренування балансу. використання візуальних, звукових, тактильних стимулів для зберігання ритму ходи. Вправи на гнучкість для зменшення ригідності. Тренування повсякденних завдань. Використання допоміжних засобів (тростина, ходунки) за необхідності.
5	Профілактика ускладнень. Підтримка дихальної функції. Підтримка комфорту.	Пасивні вправи для запобігання контрактурам і пролежням. Дихальні вправи для покращення вентиляції легень. Зменшення болю та забезпечення правильного позиціонування.

Таблиця 3

Клінічні дослідження ефективності короткострокових аеробних тренувань при хворобі Паркінсона та їх результати

Клінічне дослідження	Характеристика втручання	Результат
А. Ріджел 2019	Тренування на велотренажері з високою частотою обертання (75–85 об/хв). Тривалість: 2 тижні, 3 рази на тиждень, 40 хв/сеанс. Пацієнти з 1–3 стадією ХП за шкалою Hoehn-Yahr.	Зменшення моторних симптомів за Уніфікованою шкалою оцінки хвороби Паркінсона (United Parkinson's Disease Rating Scale, UPDRS), збільшення довжини кроку та швидкості ходи
Х. Чан 2018	Тренування на велотренажері з низькою частотою обертання (40 об/хв). Тривалість: 2 місяці, 16 тренувань із прогресивним збільшенням тривалості (від 5 до 40 хв). Пацієнти з 1–2,5 стадією ХП за шкалою Hoehn-Yahr.	Покращення рухових функцій (акінезія) за шкалою UPDRS (31,9 %), функції балансу (тест «Встань та йди»), зменшення когнітивного дефіциту (за шкалою MoCA).
К. Сільвейра 2018	Тренування на велотренажері зі збільшенням інтенсивності (від 40–50 % до 60–70 % резервної ЧСС). Тривалість: 12 тижнів, 3 рази на тиждень, 60 хв/сеанс.	Покращення когнітивних функцій у п'яти областях за результатами нейропсихологічних тестів.
А. Карвальо 2015	Тренування на біговій доріжці: 30 хв ходьби з інтенсивністю 70 % від максимальної ЧСС. Тривалість: 12 тижнів, 2 рази на тиждень.	Зменшення моторних симптомів за шкалою UPDRS (на 27,5 %) та покращення функціональної здатності (за тестом Senior Fitness Test).
К. Харро 2022	Скандинавська ходьба в інтервальному режимі: 3 рази на тиждень, 60 хв/сеанс. Тривалість: 20 тижнів.	Покращення витривалості при ходьбі (6-хвилинний тест), збільшення середньодобової активності (кількість кроків), швидкості ходи та зменшення моторних симптомів ХП.

чених впливу аеробних вправ на моторні та немоторні симптоми ХП, значно зросла (табл. 3) [22–26]. Результати досліджень, наведені в таблиці 3, демонструють різноманітність фізичних втручань, заснованих на аеробних вправах, та їх позитивний вплив на моторні, когнітивні та функціональні показники в пацієнтів із хворобою Паркінсона.

На сьогодні відомі результати кількох досліджень, які вивчали довгостроковий вплив аеробних вправ на моторні та немоторні симптоми в пацієнтів з ХП. Н. Ван дер Колк з колегами представив результати 2-річного рандомізованого контрольованого дослідження, яке оцінювало ефективність домашніх аеробних тренувань (ходьба на біговій доріжці тричі на тиждень по 30–45 хвилин) під віддаленим наглядом для пацієнтів із хворобою Паркінсона на ранніх і помірних стадіях (стадії 1–3 за шкалою Хен і Яра) [27]. Тривалість втручання – 6 місяців активних тренувань з подальшим 1,5-річним оцінюванням результатів. Автори повідомляють, що запропонована програма сприяла покращенню рухових функцій, якості життя в таких аспектах, як мобільність, емоційний стан і соціальна активність, та сповільнила прогресування захворювання: пацієнти основної групи протягом 1,5 років продемонстрували менше на 15 % погіршення рухових функцій за шкалою UPDRS порівняно з контрольною групою.

Наразі тільки одне високоякісне дослідження SPARX (Study in Parkinson Disease of Exercise) досліджувало безпеку, доцільність і потенційну ефективність довгострокових аеробних вправ високої інтенсивності для уповільнення прогресування хвороби Паркінсона. Результати другої фази цього дослідження SPARX2 показали, що пацієнти, які виконували вправи високої інтенсивності (4 рази на тиждень, 30 хвилин основної серії вправ, 80–85 % від максимальної ЧСС) продемонстрували значно менше погіршення моторних симптомів ХП та достовірне покращення кардіореспіраторної витривалості порівняно з контрольною групою, де застосовували тренування помірної інтенсивності (60–65 % максимальної ЧСС) [28]. Наразі триває третя фаза дослідження SPARX3, яка може надати остаточні докази того, що високоінтенсивні тренування є ефективним методом для уповільнення прогресування хвороби Паркінсона.

Дані цих та інших досліджень підтверджують необхідність внесення аеробних вправ як невід'ємного компонента реабілітації при хворобі Паркінсона. На основі позитивних клінічних результатів рекомендовано таке дозування аеробних вправ: 3 рази на тиждень, тривалість сеансу – 30–40 хвилин, інтенсивність – 60–80 % резервної частоти серцевих скорочень (далі – ЧСС) або 70–85 % максимальної ЧСС. Поточні клінічні

випробування, як-от SPARX3, мають потенціал для подальшого вдосконалення рекомендацій щодо застосування аеробних фізичних вправ у пацієнтів із ХП.

Висновки. Виконання завдання підвищення ефективності фізичної терапії при хворобі Паркінсона потребує подальших досліджень, оскільки залишається багато невирішених питань та напрямів для вдосконалення. Основними аспектами, на яких варто зосередити увагу, є: 1) оптимізація протоколів реабілітації з визна-

ченням найефективніших підходів для різних стадій захворювання; 2) розробка персоналізованих програм, які враховують стадію хвороби, наявність немоторних симптомів, вік та фізичні можливості пацієнтів; 3) оцінка довгострокових ефектів впливу фізичної терапії; 4) розширення доказової бази завдяки проведенню масштабних рандомізованих контрольованих досліджень, оскільки багато робіт мають обмеження, як-от невеликі розміри вибірок або коротка тривалість спостережень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. De Virgilio A., Greco A., Fabbrini G. et al. Parkinson's disease: Autoimmunity and neuroinflammation. *Autoimmun Rev.* 2016. Vol. 10. P. 1005–1011. DOI: 10.1016/j.autrev.2016.07.022.
2. Растворов О. А. Паліативна допомога у веденні пацієнтів з хворобою Паркінсона. *Grail of Science.* 2023. Vol. 25. P. 464–474. DOI: 10.36074/grail-of-science.17.03.2023.081.
3. Schiess N., Cataldi R., Okun M. S. et al. Six Action Steps to Address Global Disparities in Parkinson Disease: A World Health Organization Priority. *JAMA Neurol.* 2022. Vol. 79(9). P. 929–936. DOI: 10.1001/jamaneurol.2022.1783.
4. Dorsey E. R., Sherer T., Okun M. S. et al. The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic. *J Parkinsons Dis.* 2018. Vol. 8(s1). P. 3–8. DOI: 10.3233/JPD-181474.
5. Reeve A., Simcox E., Turnbull D. Ageing and Parkinson's disease: why is advancing age the biggest risk factor? *Ageing Res Rev.* 2014. Vol. 14(100). P. 19–30. DOI: 10.1016/j.arr.2014.01.004.
6. GBD 2016 Parkinson's Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet Neurol.* 2018. Vol. 17(11). P. 939–953. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30295-3.
7. Bhidayasiri R., Kalia L. V., Bloem B. R. Tackling Parkinson's Disease as a Global Challenge. *J Parkinsons Dis.* 2023. Vol. 13(8). P. 1277–1280. DOI: 10.3233/JPD-239005.
8. Tomlinson C. L., Herd C. P., Clarke C. E. et al. Physiotherapy for Parkinson's disease: a comparison of techniques. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014. Vol. 6. P. CD002815. DOI: 10.1002/14651858.
9. Ellis T. D., Colón-Semenza C., DeAngelis T. R. Evidence for Early and Regular Physical Therapy and Exercise in Parkinson's Disease. *Semin Neurol.* 2021. Vol. 41(2). P. 189–205. DOI: 10.1055/s-0041-1725133.
10. Radder D. L. M., Lígia Silva de Lima A., Domingos J. Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. *Neurorehabil Neural Repair.* 2020. Vol. 34(10). P. 871–880. DOI: 10.1177/1545968320952799.
11. Bologna M., Espay A. J., Fasano A. et al. Redefining Bradykinesia. *Mov Disord.* 2023. Vol. 38(4). P. 551–557. DOI: 10.1002/mds.29362.
12. Asci F., Falletti M., Zampogna A. Rigidity in Parkinson's disease: evidence from biomechanical and neurophysiological measures. *Brain.* 2023. Vol. 146(9). P. 3705–3718. DOI: 10.1093/brain/awad114.
13. Dirkx M. F., Bologna M. The pathophysiology of Parkinson's disease tremor. *J Neurol Sci.* 2022. Vol. 4. DOI: 10.1016/j.jns.2022.120196.
14. Gao C., Liu J., Tan Y., Chen S. Freezing of gait in Parkinson's disease: pathophysiology, risk factors and treatments. *Transl Neurodegener.* 2020. Vol. 4. P. 9–12. DOI: 10.1186/s40035-020-00191-5.
15. Park J. H., Kang Y. J., Horak F. B. What Is Wrong with Balance in Parkinson's Disease? *J Mov Disord.* 2015. Vol. 8(3). P. 109–14. DOI: 10.14802/jmd.15018.
16. Leite Silva A. B. R., Gonçalves de Oliveira R. W., Diógenes G. P. Premotor, nonmotor and motor symptoms of Parkinson's Disease: A new clinical state of the art. *Ageing Res Rev.* 2023. Vol. 2. P. 84:101834. DOI: 10.1016/j.arr.2022.101834.
17. Osborne J. A., Botkin R., Colon-Semenza C. Physical Therapist Management of Parkinson Disease: A Clinical Practice Guideline From the American Physical Therapy Association. *Phys Ther.* 2022. Vol. 4. P. 102–104. DOI: 10.1093/ptj/pzab302.
18. Zigmond M. J., Cameron J. L., Leak R. K. Triggering Endogenous Neuroprotective Processes Through Exercise in Models of Dopamine Deficiency. *Parkinsonism Relat Disord.* 2009. Vol. 12. P. 42–45. DOI: 10.1016/S1353-8020(09)70778-3.
19. Duchesne C., Gheysen F., Bore A. Influence of Aerobic Exercise Training on the Neural Correlates of Motor Learning in Parkinson's Disease Individuals. *Neuroimage Clin.* 2016. Vol. 9. P. 559–569. DOI: 10.1016/j.nicl.2016.09.011.
20. Alberts J. L., Phillips M., Lowe M. J. et al. Cortical and motor responses to acute forced exercise in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2016. Vol. 3. P. 56–62. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2016.01.015.
21. Sacheli M. A., Neva J. L., Lakhani B. et al. Exercise increases caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease. *Mov Disord.* 2019. Vol. 34(12). P. 1891–1900. DOI: 10.1002/mds.27865.
22. Ridgel A. L., Ault D. L. High-Cadence Cycling Promotes Sustained Improvement in Bradykinesia, Rigidity, and Mobility in Individuals with Mild-Moderate Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis.* 2019. Vol. 3. DOI: 10.1155/2019/4076862.
23. Chang H. C., Lu C. S., Chiou W. D. et al. An 8-Week Low-Intensity Progressive Cycling Training Improves Motor Functions in Patients with Early-Stage Parkinson's Disease. *J Clin Neurol.* 2018. Vol. 14(2). P. 225–233. DOI: 10.3988/jcn.2018.14.2.225.

24. Silveira C. R. A., Roy E. A., Intzandt B. N., Almeida Q. J. Aerobic exercise is more effective than goal-based exercise for the treatment of cognition in Parkinson's disease. *Brain Cogn.* 2018. Vol. 4. P. 1–8. DOI: 10.1016/j.bandc.2018.01.002.
25. Carvalho A., Barbirato D., Araujo N. et al. Comparison of strength training, aerobic training, and additional physical therapy as supplementary treatments for Parkinson's disease: pilot study. *Clin Interv Aging.* 2015. Vol. 1. P. 183–191. DOI: 10.2147/CIA.S68779.
26. Harro C. C., Shoemaker M. J., Coatney C. M. et al. Effects of nordic walking exercise on gait, motor/non-motor symptoms, and serum brain-derived neurotrophic factor in individuals with Parkinson's disease. *Front Rehabil Sci.* 2022. Vol. 10. DOI: 10.3389/freesc.2022.1010097.
27. Van der Kolk N. M., de Vries N. M., Kessels R. P. C. et al. Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet Neurol.* 2019. Vol. 11. P. 998–1008. DOI: 10.1016/S1474-4422(19)30285-6.
28. Schenkman M., Moore C. G., Kohrt W. M. Effect of High-Intensity Treadmill Exercise on Motor Symptoms in Patients With De Novo Parkinson Disease: A Phase 2 Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol.* 2018. Vol. 2. P. 219–226. DOI: 10.1001/jamaneurol.2017.3517.

REFERENCES:

1. De Virgilio, A., Greco, A., Fabbrini, G., Inghilleri, M., Rizzo, M.I., & Gallo, A. et al. (2016). Parkinson's disease: Autoimmunity and neuroinflammation. *Autoimmun Rev*, 10, 1005–1011. DOI: 10.1016/j.autrev.2016.07.022 [in English].
2. Rastvorov, O.A. (2023). Palliatyvna dopomoha u vedenni patsientiv z khvoroboiu Parkinsona [Palliative care in the management of patients with Parkinson's disease]. *Grail of Science*, 25, 464–474. DOI: 10.36074/grail-of-science.17.03.2023.081 [in Ukrainian].
3. Schiess, N., Cataldi, R., Okun, M.S., Fothergill-Misbah, N., Dorsey, E.R., & Bloem, B.R. et al. (2022). Six Action Steps to Address Global Disparities in Parkinson Disease: A World Health Organization Priority. *JAMA Neurol*, 79(9), 929–936. DOI:10.1001/jamaneurol.2022.1783 [in English].
4. Dorsey, E.R., Sherer, T., Okun, M.S., & Bloem, B.R. (2018). The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic. *J Parkinsons Dis*, 8(s1), 3–8. DOI: 10.3233/JPD-181474 [in English].
5. Reeve, A., Simcox, E., & Turnbull, D. (2014). Ageing and Parkinson's disease: why is advancing age the biggest risk factor? *Ageing Res Rev*, 14(100), 19–30. DOI: 10.1016/j.arr.2014.01.004 [in English].
6. GBD 2016 Parkinson's Disease Collaborators. Global, regional, and national burden of Parkinson's disease, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 (2018). *Lancet Neurol*, 17(11), 939–953. DOI: 10.1016/S1474-4422(18)30295-3 [in English].
7. Bhidayasiri, R., Kalia, L.V., & Bloem, B.R. (2023). Tackling Parkinson's Disease as a Global Challenge. *J Parkinsons Dis*, 13(8), 1277–1280. DOI: 10.3233/JPD-239005 [in English].
8. Tomlinson, C.L., Herd, C.P., Clarke, C.E., Meek, C., Patel, S., & Stowe, R. et al. (2014). Physiotherapy for Parkinson's disease: a comparison of techniques. *Cochrane Database Syst Rev*, 6, CD002815. DOI: 10.1002/14651858 [in English].
9. Ellis, T.D., Colón-Semenza, C., DeAngelis, T.R., Thomas, C.A., Hilaire, M.S., & Earhart, G.M. et al. (2021). Evidence for Early and Regular Physical Therapy and Exercise in Parkinson's Disease. *Semin Neurol*, 41(2), 189–205. DOI: 10.1055/s-0041-1725133 [in English].
10. Radder, D.L.M., Lígia Silva de Lima, A., Domingos, J., Keus, S.H.J., van Nimwegen, M., & Bloem, B.R. et al. (2020). Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. *Neurorehabil Neural Repair*, 34(10), 871–880. DOI: 10.1177/1545968320952799 [in English].
11. Bologna, M., Espay, A.J., Fasano, A., Paparella, G., Hallett, M., & Berardelli, A. (2023). Redefining Bradykinesia. *Mov Disord*, 38(4), 551–557. DOI: 10.1002/mds.29362 [in English].
12. Asci, F., Falletti, M., Zampogna, A., Patera, M., Hallett, M., & Rothwell, J. et al. (2023). Rigidity in Parkinson's disease: evidence from biomechanical and neurophysiological measures. *Brain*, 146(9), 3705–3718. DOI: 10.1093/brain/awad114 [in English].
13. Dirks, M.F., & Bologna, M. (2022). The pathophysiology of Parkinson's disease tremor. *J Neurol Sci*, 4, 120196. DOI: 10.1016/j.jns.2022.120196 [in English].
14. Gao, C., Liu, J., Tan, Y., & Chen, S. (2020). Freezing of gait in Parkinson's disease: pathophysiology, risk factors and treatments. *Transl Neurodegener*, 4, 9–12. DOI: 10.1186/s40035-020-00191-5 [in English].
15. Park, J.H., Kang, Y.J., & Horak, F.B. (2015). What Is Wrong with Balance in Parkinson's Disease? *J Mov Disord*, 8(3), 109–14. DOI: 10.14802/jmd.15018 [in English].
16. Leite Silva, A.B.R., Gonçalves de Oliveira, R.W., Diógenes, G.P., de Castro Aguiar, M.F., Sallem, C.C., Lima, M.P.P. et al. (2023). Premotor, nonmotor and motor symptoms of Parkinson's Disease: A new clinical state of the art. *Ageing Res Rev*, 2, 84:101834. DOI: 10.1016/j.arr.2022.101834 [in English].
17. Osborne, J.A., Botkin, R., Colon-Semenza, C., DeAngelis, T.R., Gallardo, O.G., & Kosakowski, H. et al. (2022). Physical Therapist Management of Parkinson Disease: A Clinical Practice Guideline From the American Physical Therapy Association. *Phys Ther*, 4, 102–104. DOI: 10.1093/ptj/pzab302 [in English].
18. Zigmond, M.J., Cameron, J.L., Leak, R.K., Mirnics, K., Russell, V.A., & Smeyne, R.J. et al. (2009). Triggering Endogenous Neuroprotective Processes Through Exercise in Models of Dopamine Deficiency. *Parkinsonism Relat Disord*, 12, 42–45. DOI: 10.1016/S1353-8020(09)70778-3 [in English].
19. Duchesne, C., Gheysen, F., Bore, A., Albouy, G., Nadeau, A., & Robillard, M.E. et al. (2016). Influence of Aerobic Exercise Training on the Neural Correlates of Motor Learning in Parkinson's Disease Individuals. *Neuroimage Clin*, 9, 559–569. DOI: 10.1016/j.nicl.2016.09.011 [in English].

20. Alberts, J.L., Phillips, M., Lowe, M.J., Frankemolle, A., Thota, A., & Beall, E.B. et al. (2016). Cortical and motor responses to acute forced exercise in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord*, 3, 56–62. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2016.01.015 [in English].
21. Sacheli, M.A., Neva, J.L., Lakhani, B., Murray, D.K., Vafai, N., & Shahinfard, E. et al. (2019). Exercise increases caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease. *Mov Disord*, 34(12), 1891–1900. DOI: 10.1002/mds.27865 [in English].
22. Ridgel, A.L., & Ault, D.L. (2019). High-Cadence Cycling Promotes Sustained Improvement in Bradykinesia, Rigidity, and Mobility in Individuals with Mild-Moderate Parkinson's Disease. *Parkinsons Dis*, 3, 4076862. DOI: 10.1155/2019/4076862 [in English].
23. Chang, H.C., Lu, C.S., Chiou, W.D., Chen, C.C., Weng, Y.H., & Chang, Y.J. (2018). An 8-Week Low-Intensity Progressive Cycling Training Improves Motor Functions in Patients with Early-Stage Parkinson's Disease. *J Clin Neurol*, 14(2), 225–233. DOI: 10.3988/jcn.2018.14.2.225 [in English].
24. Silveira, C.R.A., Roy, E.A., Intzandt, B.N., & Almeida, Q.J. (2018). Aerobic exercise is more effective than goal-based exercise for the treatment of cognition in Parkinson's disease. *Brain Cogn*, 4, 1–8. DOI: 10.1016/j.bandc.2018.01.002 [in English].
25. Carvalho, A., Barbirato, D., Araujo, N., Martins, J.V., Cavalcanti, J.L., & Santos, T.M. et al. (2015). Comparison of strength training, aerobic training, and additional physical therapy as supplementary treatments for Parkinson's disease: pilot study. *Clin Interv Aging*, 1, 183–191. DOI: 10.2147/CIA.S68779 [in English].
26. Harro, C.C., Shoemaker, M.J., Coatney, C.M., Lentine, V.E., Lieffers, L.R., & Quigley, J.J. et al. (2022). Effects of nordic walking exercise on gait, motor/non-motor symptoms, and serum brain-derived neurotrophic factor in individuals with Parkinson's disease. *Front Rehabil Sci*, 10, 1010097. DOI: 10.3389/fresc.2022.1010097 [in English].
27. Van der Kolk, N.M., de Vries, N.M., Kessels, R.P.C., Joosten, H., Zwinderman, A.H., & Post, B. et al. (2019). Effectiveness of home-based and remotely supervised aerobic exercise in Parkinson's disease: a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet Neurol*, 11, 998–1008. DOI: 10.1016/S1474-4422(19)30285-6 [in English].
28. Schenkman, M., Moore, C.G., Kohrt, W.M., Hall, D.A., Delitto, A., & Comella, C.L. et al. (2018). Effect of High-Intensity Treadmill Exercise on Motor Symptoms in Patients With De Novo Parkinson Disease: A Phase 2 Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurol*, 2, 219–226. DOI: 10.1001/jamaneurol.2017.3517 [in English].