



DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2020.1.94-99>

Сучасний погляд на корекцію постуральної нестійкості в осіб з хворобою паркінсона: огляд зарубіжного досвіду

УДК 616.858:316.614+613

Р. О. Баннікова, В. В. Брушко, А. О. Тишкевич

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Резюме. У структурі неврологічної патології найбільш актуальними та соціально значущими залишаються залежно від віку нейродегенеративні захворювання, до переліку яких належить хвороба Паркінсона. Одними з найбільш значущих проявів паркінсонізму є порушення постуральної стійкості, від яких часто вирішальною мірою залежать тяжкість стану хворого і якість його життя. **Мета.** Огляд зарубіжного досвіду для подальшого визначення специфіки порушень постуральної стійкості та можливостей її корекції у осіб з хворобою Паркінсона. **Методи.** Теоретичний аналіз та узагальнення зарубіжних даних спеціальної науково-методичної літератури з питань патофізіологічних механізмів порушень постуральної стійкості у осіб з хворобою Паркінсона та особливостей застосування засобів фізичної терапії. **Результати.** Представлені дані свідчать, що патофізіологія порушень постурального контролю багатогранна та фізіотерапевтичні підходи корекції постуральної нестійкості у пацієнтів з ХП не однозначні. Терапевтичні вправи різної направленості збільшують силу м'язів та покращують постуральний контроль, але не зменшують кількості падінь. Роботизовані тренування призводять до позитивних змін постурального контролю у пацієнтів на ранніх стадіях ХП, але дана реабілітаційна стратегія має короткостроковий ефект. Не підтвердженою залишається і гіпотеза ефективності використання методів МІ і АОТ. Більш перспективним є застосування реабілітаційної стратегії Sueing (мультимодальної або комбінованої терапії). Стратегія Sueing включає безліч видів рухової активності (терапевтичних вправ), які одночасно фокусуються на компонентах функціональних можливостей, таких, як м'язовий опір, рухова координація і постуральний баланс. **Висновки.** На сьогодні існує багато перспективних фізіотерапевтичних стратегій. Синергізм знань патофізіологічних механізмів порушень постурального контролю та експертно-реабілітаційної діагностики сприяють спрямуванню подальших зусиль на розробку та впровадження в практику нових протоколів корекційно-відновного лікування. **Ключові слова:** хвороба Паркінсона, постуральний баланс, падіння, фізична терапія, терапевтичні вправи, віртуальна реальність, вібротерапія, робототехніка.

Modern approach to the correction of postural instability in individuals with Parkinson's disease: overview of foreign experience

R. O. Bannikova, V. V. Brushko, A. O. Tyshkevych

National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract. Neurodegenerative diseases including Parkinson's disease (PD) remain the most relevant and socially significant ones in the structure of neurological pathology. One of the most significant manifestations of Parkinsonism is a violation of postural stability, which often determines the severity of the patient's condition and the quality of his life. **Objective.** To review foreign experience for

further determination of the specifics of postural stability disorders and the possibilities of its correction in people with Parkinson's disease. *Methods.* Theoretical analysis and generalization of foreign data from special scientific and methodological literature on the pathophysiological mechanisms of postural stability disorders in people with Parkinson's disease and features of using physical therapy means. *Results.* Presented data show that the pathophysiology of postural control disorders is multifaceted and physiotherapy approaches to correcting postural instability in patients with PD are rather ambiguous. Therapeutic impacts of various directions increase muscle strength and improve postural control, but do not reduce the number of falls. Robotic training leads to positive changes in postural control in patients at the early stages of PD, but this rehabilitation strategy has a short-term effect. The hypothesis of the effectiveness of using the MI and AOT method has not been confirmed yet. The use of the Cueing rehabilitation strategy (multi-modal or combined therapy) is considered more promising. The Cueing strategy includes many types of physical activity (therapeutic exercises) that are simultaneously focused on functional components such as muscle resistance, motor coordination, and postural balance. *Conclusions.* Today, many promising physiotherapy strategies are available. The synergy of knowledge on pathophysiological mechanisms of postural control disorders and expert rehabilitation diagnostics contributes to the direction of further efforts to develop and introduce new protocols of corrective and restorative treatment into practice.

Keywords: Parkinson's disease, postural balance, fall, physical therapy, therapeutic exercises, virtual reality, vibrotherapy, robotics.

Постановка проблеми. Хвороба Паркінсона (ХП) є чи не найчастішою формою рухової патології людини, що вражає понад 2 % популяції осіб різного віку. У світі налічують близько 5 млн хворих. Згідно з офіційною статистикою МОЗ України, на 01.01.2018 р. в Україні зареєстровано 23 874 хворих на ХП, що становить 63, 47 осіб на 100 тис. населення [1, 2]. Згідно з даними фахівців The Working Group on Parkinson Disease, кожного року налічується від 2300 до 2500 осіб з діагнозом ХП, де 1 із 10 пацієнтів у віці від 20 до 40 років [10, 20]. Вже до 2030 р. чисельність осіб з ХП у ведучих країнах світу може збільшитися вдвічі, а до 2050 р. – в чотири рази у порівнянні з сьогоdnішнім рівнем [10].

Одними з найбільш значущих проявів паркінсонізму є порушення постуральної стійкості, від яких часто вирішальною мірою залежать тяжкість стану хворого і якість його життя [2, 4].

При найбільш частій нозологічній формі паркінсонізму, що становить близько 80 % його випадків ХП порушення постуральної стійкості обумовлені як дофамінергічними (наприклад, гіпокінезією і ригідністю), так і недофамінергічними механізмами, які лише частково реагують на традиційні протипаркінсонічні лікарські засоби [2, 4]. При судинному паркінсонізмі (СП), на частку якого припадає 3–6 % випадків ХП, порушення постуральної стійкості розвиваються рано і практично не піддаються терапії дофамінергічними препаратами [2, 4]. У зв'язку з цим дослідження механізмів порушень постуральної стійкості при різних нозологічних формах на різних стадіях ХП, розробка методів їх об'єктивної оцінки та корекції їх засобами фізичної терапії залишаються вкрай актуальними [2, 4].

Зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Роботу виконано за планом НДР Національного університету фізичного виховання і спорту України на 2016–2020 рр. за темою 4.2. «Організаційні та теоретико-методичні основи фізичної реабілітації осіб різних нозологічних, професійних та вікових груп» (номер держреєстрації 0116U001609).

Мета дослідження – огляд зарубіжного досвіду для подальшого визначення специфіки порушень постуральної стійкості та можливостей її корекції у осіб з хворобою Паркінсона.

Методи і організація дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення зарубіжних даних спеціальної науково-методичної літератури з питань патофізіологічних механізмів порушень постуральної стійкості у осіб з хворобою Паркінсона та особливостей застосування засобів фізичної терапії.

Результати дослідження. Аналізуючи спеціальну методичну літературу, зазначимо, що у міру прогресування ХП до основних моторних проявів (гіпокінезія, тремор, ригідність) приєднуються аксіальні рухові порушення у вигляді порушень стереотипу ходьби та постуральної нестійкості [1, 14].

Постуральна нестійкість у пацієнтів з ХП зустрічається переважно на розгорнутих і пізніх стадіях захворювання. У дослідженнях N. Giladi, A. Nieuwboer (2017) виникнення постуральної нестійкості відзначалося в середньому через п'ять років з моменту появи перших симптомів хвороби [14]. Проте прояви постуральної нестійкості можливі і в більш ранні терміни захворювання, за даними різних авторів, у 7–16 % пацієнтів з ХП – ще до призначення лікарських препаратів [4, 7]. У дослідженні N. Giladi і співавт. (2017) у

172 пацієнтів з ХП на ранній стадії захворювання (I–II стадії за Хен-Яром) постуральна нестійкість спостерігалась у 22 % випадків [7]. На початку захворювання постуральна нестійкість зазвичай триває недовго (1–2 с). Переважно вона представлена стартовими затримками і короткочасними зупинками під час поворотів та викликає відносно легкі функціональні порушення, що рідко призводять до падінь [7]. На розгорнутих і пізніх стадіях ХП постуральна нестійкість носить більш тяжкий характер у вигляді реактивних постуральних синергій, що проявляються «стартовими» застиганнями, нестійкістю при ускладненні умов ходьби, а також частими падіннями [7].

Як зазначають багато вчених [3, 7, 9, 20], система постурального контролю при ХП складається з безлічі субкомпонентів, які можна згрупувати в шість основних областей: біомеханічні обмеження, стратегії руху, сенсорні стратегії, орієнтація в просторі, управління динамікою і когнітивна обробка. Порушення будь-якого з цих ресурсів може призвести до постуральної нестабільності і збільшити ризик падіння [9].

Так, Allen M. та ін. [7, 14] у своїх дослідженнях відзначають взаємозв'язок між силою м'язів—розгиначів ніг з постуральною нестабільністю і падіннями у пацієнтів з легким та середнім ступенем тяжкості ХП. Було встановлено, що пацієнти з низькою м'язовою силою мали в 6 разів більше множинних падінь за останні 12 міс., ніж пацієнти з високою м'язовою силою.

Взаємозв'язок між гіпомобільністю в кульшовому і колінному суглобах з постуральною нестабільністю виявили Inkster J. та ін. [10]. Тестування пацієнтів проводилось як у стані «включення» (гарного самопочуття, без наростання клінічних симптомів), так і «виключення» в різні дні. Отримані дані показали, що середні значення розгинання кульшового і колінного суглобів були нижчими у пацієнтів з більш значними дефіцитами в кульшовому суглобі.

У дослідженнях Latash T. та ін. [15] було встановлено, що одним із аспектів порушення постурального контролю у тематичних пацієнтів є брадикінезія постуральної регуляції. Брадикінезія як один з кардинальних проявів ХП є наслідком недостатності виходу базальних гангліїв для посилення коркових механізмів, що беруть участь у підготовці та виконанні рухових команд [15]. В результаті цього виникає кортикальний дефіцит, що призводить до порушень патерну ходьби, постурального контролю, труднощів виконання самостійних рухів, тривалого часу реакції і аномальної електроенцефалографічної активності підготовчого руху [15].

Новітній зарубіжний досвід доводить, що важливою частиною терапевтичного арсеналу у корекції моторних порушень і постуральної нестійкості є фізична терапія, яка демонструє ряд стратегій, направлених на поліпшення якості життя пацієнтів з ХП [8, 17, 18].

Деякі дані, представлені в літературі, провідне місце в поліпшенні рухових порушень і постуральної нестійкості відводять застосуванню терапевтичних вправ (рухової терапії) для тематичних пацієнтів. Hirsch W. та його колеги у своїх дослідженнях навели сукупні докази того, що терапевтичні вправи підвищують рівень нейротрофічного фактора мозку (BDNF). Це збільшення BDNF призводить до супутнього зниження рухових ознак і симптомів, що підтверджує можливий вплив на дофамінергічні шляхи [17]. Також було отримано докази, що вказують на участь рухових модулів (скоординованих патернів м'язової активності, які об'єднуються, щоб виробити функціональну моторну поведінку) як фізіологічну теорію для позитивних результатів рухової терапії при ХП.

З метою поліпшення постурального контролю Saltychev D.S. і співавт. [17, 19] пропонують використання терапевтичних вправ на тренування опору та м'язової сили. У проведених дослідженнях авторами виявлено, що тренування опору низької (2 рази на тиждень протягом 12 тиж.) і помірної (2–3 рази на тиждень протягом 8–10 тиж.) інтенсивності виявляються ефективними для пацієнтів з ранньою, легкою і помірною стадією ХП. Такий специфічний підхід призвів до збільшення м'язової сили та покращення постурального контролю з нульовим поліпшенням стереотипу ходьби і кількості падінь [17].

З метою підвищення ефективності корекції постуральної нестійкості за наявності когнітивних порушень у тематичних пацієнтів Da Silva Y. й Ferreira D. [7] пропонують проводити терапевтичні вправи опору на біговій доріжці та велотренажері. Авторами було запропоновано інтервальні протоколи: від 8 до 12 тиж. тренувань, 3 рази на тиждень; 1-годинні тренування з 10-хвилинними розминками; 40 хв аеробних тренувань і 10 хвилин відпочинку. Протягом 40 хв аеробних тренувань пацієнт мав виконати вісім підходів по 3 хв на велосипеді або біговій доріжці зі швидкістю 60–80 обертів за 1 хв і менше 60 обертів за 2 хв. Проведені дослідження показали, що такі тренування були ефективними у збільшенні витривалості, показників серцево-судинної системи, у зменшенні симптомів апатії та тривоги з низьким поліпшенням стереотипу ходьби та постуральної нестійкості.

Як один з варіантів корекції постуральної нестійкості деякі автори [4, 9, 11] рекомендують заняття різними видами східних єдиноборств, такими, як Тай-чи. Виконання незвичних вправ китайської гімнастики, що вимагають складної скоординованої роботи верхніх та нижніх кінцівок, може стимулювати формування в головному мозку нових рухових шляхів для реалізації цілеспрямованих складно організованих рухів. Але проведені дослідження надали помірні докази того, що Тай-чи покращує постуральний контроль, зменшуючи кількість падінь, але без істотного впливу на швидкість ходи, довжину кроку і поліпшення витривалості ходи [9, 11].

Слід зазначити, що в останні роки серед сучасних фізіотерапевтичних стратегій корекції постуральної нестійкості у пацієнтів з ХП активно впроваджуються високотехнологічні робототехнічні системи. Перевагою вважається досягнення найкращої якості тренувань порівняно з традиційною руховою терапією завдяки таким факторам, як: збільшення тривалості занять, висока точність циклічних багаторазово повторюваних рухів, наявність механізмів оцінки ефективності виконуваних терапевтичних вправ [16]. Однак серед фахівців відсутня однозначна думка про ефективність і доцільність застосування тих чи інших робототехнічних систем [16].

Так, Gallі M. і співавт. [10], порівнювали роботизовані тренування ходьби і постуральної нестійкості зі звичайним тренуванням на біговій доріжці для поліпшення здатності ходити та покращення постурального контролю (враховуючи як просторово-часові параметри, так і кінематику) у пацієнтів з помірною стадією ХП. Дослідження показали значні зміни (покращені значення) за середньою швидкістю і довжиною кроку після роботизованого навчання. Після тренування на біговій доріжці значне поліпшення було виявлено тільки по довжині кроку. Робототехнічна корекція значно покращила кінематику ходьби та постуральну стійкість і, мабуть, є ефективнішою за звичайне тренування на біговій доріжці. Проте перевага роботизованого тренування мала короткостроковий позитивний ефект, оскільки на віддалених етапах після фізіотерапевтичних втручань не було зареєстровано значного зниження ризику падінь. Вчені пов'язують такий тимчасовий ефект з необхідністю постійного моніторингу ходьби (двохзадачністю, узгодженням перешкод і т.п.) і в моторно-когнітивній взаємодії в цілому [10].

Однак в інших клінічних дослідженнях можна знайти більш успішні показники використання роботизованого тренування. Furnari A. та ін. [4, 10] порівнювали ефективність роботизова-

ного тренування ходьби і постуральної стійкості (RAGT) разом зі звичайною програмою вправ (СЕР) для поліпшення пересування зі стандартним тренуванням функції ходьби протягом 6 міс. у пацієнтів з легкою стадією ХП. Учасники отримували по десять 30-хвилинних сеансів RAGT (з використанням пристрою Lokomat) та 30-хвилинних тренувань СЕР. Оцінка ефективності проводилась через 6 і 12 міс. після фізіотерапевтичного лікування з використанням 10-MWT, Tinetti Test і моторної оцінки UPDRS-III. Протягом 6 міс. у 80 % пацієнтів спостерігалось значне поліпшення швидкості ходьби, стереотипу мязової активності і постурального контролю та у 62 % пацієнтів отримані позитивні результати відмічались через 12 міс., що підтверджує важливість RAGT як дієвого реабілітаційного інструмента для PD [14].

В останні роки багатьма авторами [12, 13] важливе місце в комплексах корекційних заходів постуральної нестійкості у пацієнтів з ХП на пізніх стадіях захворювання відводиться використанню інноваційних реабілітаційних стратегій, таких, як: «мислене уявлення руху» (motor imagery, MI), «спостереження за діями» (Action observation therapy, AOT), віртуальна реальність (virtual reality, VR) та терапевтичні вправи в ігровій формі (exergaming).

За даними M. Monticone, E. Ambrosini, A. Laurini [13], метод MI (тобто мислене уявлення дій за відсутності явних рухів) направлений на поліпшення рухових навичок шляхом посилення пропріоцептивних сигналів, які зазвичай генеруються під час рухів. З іншого боку, AOT — це техніка, заснована на активації системи дзеркальних нейронів, що полягає в спостереженні різних дій у поєднанні з повторенням спостережуваних дій. Передбачається, що як MI, так і AOT полегшують виконання руху шляхом безпосереднього зіставлення уявної або спостережуваної дії з їх внутрішнім уявленням, що потенційно підвищує засвоєння нових завдань і покращує рухову працездатність.

Дослідження I. S. Wong-Yu, M. K. Y. Mak [16] не підтвердили гіпотезу ефективності використання MI і AOT для поліпшення постуральної нестійкості у тематичних пацієнтів. Під час проведення сеансів відеотерапії протягом 3 міс. учасникам дослідження з помірною стадією ХП було представлено набір рухів, суворо пов'язаних з рівновагою під час сидіння, стояння і пересування. Оцінку проводили з використанням Berg Balance Scale (BBS). Аналіз отриманих результатів показав, що тільки у 3 % пацієнтів спостерігалось незначне поліпшення постурального

контролю. Такий незначний ефект пов'язаний з тим, що локалізація дзеркальних нейронів (премоторна кора) впливає більш на рухову систему, покращуючи моторну функцію верхніх або нижніх кінцівок і лише частково бере участь у постуральному контролі [16].

Зараз активно розробляються технології впливу на мозок за допомогою віртуальної реальності (VR), використання яких, за багатьма даними, здатне підвищити результативність корекції моторних порушень і постуральної нестійкості як за часом, так і за якістю досягнутих ефектів [5]. Застосування VR засноване на взаємодії пацієнта з віртуальним середовищем з метою сприяння руховому навчанню через посилення сприйняття (візуальні, слухові і тактильні). Однак результати включення VR в комплекс корекції постуральної нестійкості у пацієнтів з ХП не завжди однозначні з позицій доказовості.

Так, С. Yin зі співавт. [5, 10] досліджували вплив тренувань їзди на велосипеді із застосуванням VR на поліпшення балансу у пацієнтів з легкою стадією ХП. Використана система VR включала білатеральні педальні силові датчики і динамометричну платформу, аналізувала зібрані дані для забезпечення пацієнта зворотним зв'язком у вигляді віртуального автомобіля, тим самим тренуючи силу м'язів і баланс. Автори показали, що після циклу таких тренувань сила зросла на 22 % і баланс покращився на 29 %. Подібний принцип реабілітації описаний у роботі А. Flowers з співавт. [5].

Ефективність VR тренувань корекції постуральної нестійкості у пацієнтів на пізніх стадіях ХП вивчали Dimbwadyo-Terrer I. і співавт. [16]. У ході тренувань використовувались терапевтичні вправи в ігровій формі (exergaming), що базуються на виконанні змін положень тіла, нахилів, поворотів та ін. з трьома рівнями складності. Отримані результати не показали позитивних змін у поліпшенні балансу у даної категорії пацієнтів.

На сучасному етапі корекції постуральної нестійкості у пацієнтів з ХП пропонують використання вібротерапії. Згідно з літературними даними, немає однозначної доказовості впливу вібрації всього тіла на поліпшення постурального контролю у осіб з ХП. Проте більшість дослід-

жень вказують на сприятливий ефект цієї терапевтичної стратегії [7, 16].

Незважаючи на відмінності між різними типами обладнання, багато досліджень пропонують деякі параметри, які корисні для поліпшення постурального контролю у тематичних пацієнтів. Більшість рекомендують ортостатичне положення з амплітудою 7–14 мм з частотою в діапазоні від 3 до 25 Гц з циклами по п'ять підходів по 1 хв кожен. Фізіологічний механізм, що впливає на зменшення деяких моторних ознак ХП, залишається неясним. Деякі теорії припускають, що вібрація всього тіла забезпечує тактильний і пропріоцептивний стимул для всього тіла, активуючи нервово-м'язові і метаболічні механізми, що призводить до кращого коригування постуральної стійкості [16].

Висновки. Результати аналізу та узагальнення даних науково-методичної літератури дають підставу встановити, що постуральна нестійкість є одним із складних проявів хвороби Паркінсона і стає серйозною клінічною проблемою на всіх стадіях захворювання. На сьогодні існує багато перспективних фізіотерапевтичних стратегій, які в різному ступені впливають на покращення моторних розладів і постурального контролю при хворобі Паркінсона. Проте жодна стратегія не є «срібною кулею», яка забезпечує довгострокову ефективність і зрештою значно покращує якість життя пацієнтів. Синергізм знань патофізіологічних механізмів порушень постурального контролю та експертно-реабілітаційної діагностики сприяють спрямуванню подальших зусиль на розробку та впровадження в практику нових протоколів корекційно-відновного лікування, що дозволить суттєво вплинути на соціальні та функціональні перспективи цих хворих.

Перспективи подальших досліджень. Надалі передбачається більш детально вивчити механізми порушень постурального контролю та визначити їх взаємозв'язки між характером і вираженістю постуральної нестійкості залежно від форм і стадії захворювання та розробити проблемно- та особистісно-орієнтований алгоритм адекватно підібраних засобів фізичної терапії, спрямованих на корекцію постуральної нестійкості у осіб з хворобою Паркінсона.

Література

1. Левин ОС. Экстрапирамидные расстройства, вчера, сегодня, завтра: Сборник статей, Москва: МЕДпресс-информ; 2018. 408.
2. Jankovic J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2018;79(4):368-76.
3. Bloem BR, Grimbergen YAM, Cramer M, Willemssen M, Zwiderman AH. Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. *Journal of Neurology*. 2017; 248(11):950-58.

4. Kim SD, Allen NE, Canning CG, Fung VSC. Postural instability in patients with Parkinson's disease. *Epidemiology, pathophysiology and management. CNS Drugs*. 2017; 27(2):97-112.

5. Buccino G. Action observation treatment: a novel tool in neurorehabilitation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2018; 369(1644).

6. Pelosin E, Avanzino L, Bove M, Stramesi P, Nieuwboer A, Abbruzzese G. Action observation improves freezing of gait in patients with Parkinson's disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2018; 24(8):746-52.

7. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry*. 2016; 55(3):181-4.

8. Holden MK., Gill KM., Magliozzi MR., Nathan J, Piehl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired. Reliability and meaningfulness. *Physical Therapy*. 2019; 64(1):

9. Landers MR, Backlund A, Davenport J, Fortune J, Schuerman S, Altenburger P. Postural instability in idiopathic parkinson's disease: discriminating fallers from nonfallers based on standardized clinical measures. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2018; 32(2):56-61.

10. Goetz CG, Tilley BC, Shaftman SR, et al. Movement Disorder Society-sponsored revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (MDS-UPDRS): scale presentation and clinimetric testing results. *Movement Disorders*. 2018; 23(15):2129-70.

11. Nocera JR, Stegemöller EL, Malaty IA, Okun MS, Marsiske M, Hass CJ. Using the Timed Up & Go test in a clinical setting to predict falling in Parkinson's disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2019; 94(7):1300-5.

12. Poliakoff E. Representation of action in Parkinson's disease: imagining, observing, and naming actions. *Journal of Neuropsychology*. 2019; 7(2):241-54.

13. Alegre M, Rodríguez-Oroz MC, Valencia M, et al. Changes in subthalamic activity during movement observation in Parkinson's disease: is the

helenkaL972@gmail.com

mirror system mirrored in the basal ganglia. *Clinical Neurophysiology*. 2017; 121(3):414-25.

14. Grimbergen YA, Langston JW, Roos RA, Bloem BR. Postural instability in Parkinson's disease: the adrenergic hypothesis and the locus coeruleus. *Expert Review of Neurotherapeutics*. 2019; 9(2):279-90.

15. Pelosin E, Bove M, Ruggeri P, Avanzino L, Abbruzzese G. Reduction of bradykinesia of finger movements by a single session of action observation in Parkinson disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2018; 27(6):552-60.

16. Wong-Yu IS, Mak MKY. Multi-dimensional balance training programme improves balance and gait performance in people with Parkinson's disease: a pragmatic randomized controlled trial with 12-month follow-up. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2019; 21(6):615-21.

17. Hubble RP, Naughton GA, Silburn PA, Cole MH. Trunk muscle exercises as a means of improving postural stability in people with Parkinson's disease: a protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*. 2017; 4(12)

18. Shen X, Mak MKY. Balance and gait training with augmented feedback improves balance confidence in people with parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2019; 28(6):524-35.

19. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*. 2018; 3(2): 131-41.

20. Nieuwboer A, Rochester L, Müncks L, Swinnen SP. Motor learning in Parkinson's disease: limitations and potential for rehabilitation. *Parkinsonism & Related Disorders*. 2019; 15(supplement 3): 53-8.

Надійшла 25.02.2020