

Aktywność fizyczna jako profilaktyka i terapia uzupełniająca w zespołach otępiennych i chorobie Parkinsona u osób starszych – przegląd literatury

Physical activity as prevention and complementary therapy in dementia and Parkinson's disease in the elderly – a literature review

Piotr Załęcki¹, Monika Rudewicz¹, Bartosz Mazur¹, Aleksandra Wiśniewska²,
Jakub Husejko¹, Kornelia Kędziora-Kornatowska¹

¹ Katedra Geriatrii, Collegium Medicum Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

² Katedra Dermatologii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Streszczenie

Wstęp. Choroby ośrodkowego układu nerwowego, w tym choroba Parkinsona i zespoły otępienne, odpowiadają za istotne obniżenie jakości życia u osób w podeszłym wieku. Stanowią one poważne wyzwanie dla ochrony zdrowia, gdyż osoby nimi dotknięte często wymagają stałej pomocy w codziennym funkcjonowaniu a nawet całodobowej opieki. Leczenie farmakologiczne tych jednostek chorobowych, które mają charakter przewlekły i postępujący jest trudne, ponieważ nie zawsze pozwala na przywrócenie lub zachowanie funkcji poznawczych czy motorycznych. Dotychczasowe badania zidentyfikowały aktywność fizyczną jako interwencję, która może istotnie wspomagać leczenie osób w podeszłym wieku, szczególnie w celu zachowania sprawności. **Cel pracy.** Celem artykułu jest przegląd obecnego stanu wiedzy na temat pozytywnego wpływu ćwiczeń fizycznych w prewencji i terapii wybranych choroby Alzheimera oraz choroby Parkinsona. W artykule zwrócono uwagę na rodzaj ćwiczeń oraz czas ich trwania pod kątem najbardziej optymalnych efektów. **Metodyka i materiały.** Artykuł przeglądowy został napisany w oparciu o bazy danych: PubMed, Google Scholar, Polska Bibliografia Lekarska. Cytowano najnowsze badania oraz metaanalizy z lat 2016-2023, stosując słowa klucze: aktywność fizyczna, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona. **Podsumowanie.** Aktywność fizyczna, szczególnie o charakterze ćwiczeń tlenowych, zmniejsza częstość zachorowania, nasilenie objawów i spowalnia progresję przytoczonych chorób, gdy jest odpowiednio dopasowana do możliwości pacjenta. Wyniki tych badań wskazują na to, że odpowiedni plan treningowy powinien stać się narzędziem do profilaktyki, a nawet terapii. *Geriatrics 2023;17:194-199. doi: 10.53139/G.20231719*

Słowa klucze: aktywność fizyczna, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona

Abstract

Introduction. Neurological diseases that affect central nervous system can significantly reduce the quality of life, particularly for older adults. These diseases are challenging for healthcare providers since patients require constant support in their daily activities, and may even need round-the-clock care. Treating neurological diseases with medication can be challenging because they are often chronic and progressive, making it difficult to restore or maintain cognitive and motor functions. Previous studies have shown that physical activity can be an effective intervention in supporting the treatment of older adults, particularly in maintaining functional abilities. **Purpose of the work.** The aim of the article is to review the current state of knowledge regarding the positive impact of physical exercise in the prevention and therapy of Alzheimer's disease and Parkinson's disease. The goal was also to draw attention to what type of physical activity and how long it should last to achieve the most optimal effects. **Materials and Methods.** The review article was written based on databases such as PubMed, Google Scholar, and the Polish Medical Bibliography. The authors tried to use the latest research and meta-analyses by applying the keywords: physical activity; Alzheimer's disease; Parkinson's disease. **Summary.** Engaging in physical activity,

specifically aerobic exercise, can reduce the frequency and severity of symptoms and slow the progression of neurological diseases when tailored to the patient's abilities. These studies suggest that creating a suitable training plan can be an effective tool for both prevention and therapy. *Geriatrics* 2023;17:194-199. doi: 10.53139/G.20231719

Keywords: physical activity, Alzheimer's disease, Parkinson's disease

Wstęp

Choroby neurologiczne, w tym choroba Alzheimera i Parkinsona, stanowią trzecią najczęstszą przyczynę niepełnosprawności i przedwczesnej śmierci w Europie. Częstość ich występowania wzrastała w latach 1990-2017, a ze względu na starzejące się społeczeństwa starego kontynentu tendencja zachorowań będzie nadal wzrostowa [1]. Analogiczny problem występuje w Stanach Zjednoczonych, gdzie choroba Alzheimera i Parkinsona również stają się coraz częstszym problemem społecznym [2,3]. Choroby te najczęściej dotyczą osób w podeszłym wieku i istotnie ograniczają sprawność intelektualną bądź motoryczną, zatem obniżają jakość życia pacjentów [4]. Stanowi to duże wyzwanie dla systemów ochrony zdrowia, gdyż osoby dotknięte tymi schorzeniami nierzadko wymagają stałej pomocy w codziennym funkcjonowaniu, a nawet całodobowej opieki, co wiąże się z większymi kosztami leczenia i rehabilitacji [5,6].

Leczenie farmakologiczne tych schorzeń, które mają charakter przewlekły i postępujący, jest trudne, ponieważ nie zawsze pozwala na przywrócenie lub zachowanie funkcji poznawczych czy motorycznych [7,8]. Dla chorób ośrodkowego układu nerwowego opracowanie nowych skutecznych leków jest utrudnione. Przyczyną jest istnienie bariery krew-mózg, która znacznie ogranicza penetrację chemioterapeutyków do miejsca docelowego działania [9]. Trudności te wskazują nie tylko na potrzebę dalszego poszukiwania rozwiązań farmakologicznych, ale także opracowania skutecznych metod terapii bez użycia leków.

Dotychczasowe badania zidentyfikowały aktywność fizyczną jako interwencję, która może istotnie wspomagać leczenie osób w podeszłym wieku, szczególnie w celu zachowania sprawności intelektualnej i motorycznej. Jednocześnie brak aktywności fizycznej jest silnym czynnikiem ryzyka tych chorób neurologicznych, co pokazuje jak ważną profilaktyką są regularne ćwiczenia [10,11].

Materiały i metody

Artykuł przeglądowy został opracowany w oparciu o bazy danych: PubMed, Google Scholar, Polska Bibliografia Lekarska. Cytowano najnowsze badania oraz metaanalizy z lat 2016-2023, stosując słowa klucze: aktywność fizyczna, choroba Alzheimera, choroba Parkinsona.

Wpływ aktywności fizycznej w zespołach otępiennych

Wprowadzenie

W obliczu starzejącego się społeczeństwa krajów rozwiniętych i związanym z tym zwiększającym się odsetkiem pacjentów z zaburzeniami kognitywnymi takimi jak łagodne zaburzenia poznawcze (MCI) [12] oraz choroba Alzheimera [2], ćwiczenia fizyczne mogą stanowić przydatną niefarmakologiczną profilaktykę. W szczególności, jeśli są indywidualnie dostosowane do możliwości pacjenta. Wynika to z faktu, iż brak aktywności fizycznej stanowi istotny modyfikowalny czynnik ryzyka zespołów otępiennych. Do czynników ryzyka zostało zaliczone również nadciśnienie tętnicze, otyłość i cukrzyca [13], których częstość występowania także można ograniczyć, dzięki regularnym ćwiczeniom fizycznym [14].

Wpływ na funkcje poznawcze

W badaniu Pereira et al., osoby w podeszłym wieku (83.94 ± 7.87 lat) które zostały poddane 3 miesięcznemu indywidualnemu programowi ćwiczeń aerobowych (grupa badana), osiągały znacznie lepsze wyniki w teście zdolności kognitywnych (CANTAB – *Cambridge Neuropsychological Test Automated Battery*) w porównaniu z uczestnikami z próby kontrolnej, którzy nie uczestniczyli w programach ćwiczeń fizycznych i przez 3 miesiące nie dokonywali zmiany stylu życia. Osoby w grupie badanej osiągały wyższe wyniki w zakresie zdolności sensomotorycznych (krótszego opóźnienia czasu reakcji), operacyjnej pamięci przestrzennej (test SWM) oraz pamięci wizualno-prze-strzennej (PAL) [15].

Wyniki innych badań naukowych podążały tym samym wzorcem dochodząc do wniosku, że osoby w podeszłym wieku ćwiczące regularnie dłużej zachowują sprawność kognitywną oraz rzadziej chorują na choroby neurodegeneracyjne z zakresu chorób otępiennych [10,16,17]. Ponadto ćwiczenia fizyczne spowalniają postępowanie objawów u osób dotkniętych chorobą Alzheimera, stąd nie tylko mogą być elementem profilaktyki, ale i samej terapii. Świadczy o tym złagodzenie objawów u pacjentów, udokumentowane jako poprawa wyników w testach MMSE, skali Barthel oraz testu NPI [18]. Opóźnienie procesu osłabienia sprawności umysłowej nie tylko poprawi jakość życia, ale i wydłuży okres samodzielności pacjentów geriatrycznych.

Typ aktywności fizycznej i optymalny czas trwania treningu

Skoro aktywność fizyczna może zarówno zapobiegać rozwojowi zespołów otępiennych, jak i łagodzić ich objawy, to jaki rodzaj ćwiczeń fizycznych wykazuje największą w tym efektywność? Metaanaliza dwunastu randomizowanych badań wykazała skuteczność ćwiczeń tlenowych (spinning, marsz, aerobik, trening na bieżni) w poprawie zdolności kognitywnych u pacjentów z chorobą Alzheimera. Autorzy zwrócili szczególną uwagę na zalety ćwiczeń tlenowych w postaci niskich kosztów (brak potrzeby zakupu specjalistycznego sprzętu) oraz różnorodności w doborze ćwiczeń [19].

Optymalnym czasem trwania tlenowej aktywności fizycznej jest 30 minut na sesję ćwiczeń, do trzech razy w tygodniu, jednocześnie mniej niż 150 minut na tydzień, według metaanalizy 15-stu randomizowanych badań. Ćwiczenia fizyczne w tym zakresie czasowym spowodowały największą poprawę wyniku testu MMSE u badanych [20]. Jednakże, mimo że wydłużenie treningu fizycznego powyżej 150 minut nie powodowało dalszej poprawy wyników testu MMSE to nie znaczy to, że seniorzy powinni unikać treningu tlenowego powyżej tej wartości. Światowa Organizacja Zdrowia zaleca, aby osoby w wieku 65 lat lub powyżej, podejmowały tlenową aktywność fizyczną na umiarkowanym poziomie przez 150-300 minut na tydzień lub na wysokim poziomie intensywności przez 75-150 minut na tydzień, bądź ekwiwalent z połączenia tych dwóch typów intensywności ćwiczeń [21]. Zatem realizacja zaleceń WHO dla umiarkowanego poziomu intensywności ćwiczeń tlenowych powinna zapewnić pozytywne efekty poprawy zdolności kognitywnych dla pacjentów z chorobą Alzheimera przedstawione w przytoczonych metaanalizach.

Metaanaliza na podstawie 24. badań przedstawiła wnioski dotyczące wpływu ćwiczeń oporowych na zdolności poznawcze u osób w podeszłym wieku. Wyniki badań wskazują, że trening oporowy wpływa pozytywnie na funkcje wykonawcze, pomiary funkcji poznawczych oraz wyniki kognitywnych testów przesiewowych jak MMSE, MoCA, ADAS-Cog czy NIH Toolbox. Nie wpływają one jednak na poprawę pamięci roboczej [22], co ma miejsce w przypadku ćwiczeń tlenowych [23]. Wyniki przytoczonej metaanalizy charakteryzuje duża heterogeniczność, dlatego trudno jednoznacznie określić jak duży wpływ na poprawę funkcji poznawczych czy prewencji demencji mają ćwiczenia oporowe. Autorzy jednak doszli do wniosku, że pozytywny wpływ istnieje, choć muszą zostać przeprowadzone dodatkowe badania, które wyjaśnią przyczynę tak dużej zmienności [22].

Wpływ aktywności fizycznej w chorobie Parkinsona

Wprowadzenie

Choroba Parkinsona jest, zaraz po chorobie Alzheimera, najczęściej występującą chorobą neurodegeneracyjną na świecie. Częstość jej występowania jest niska u osób poniżej 50. roku życia i rośnie w kolejnych latach, osiągając szczyt zachorowań w wieku 80 lat [24]. Jest to choroba układu nerwowego, w której objawy ruchowe wynikają z obumierania komórek produkujących dopaminę. W trakcie choroby pojawiają się objawy związane z ruchem, takie jak sztywność, spowolnienie ruchowe oraz niestabilność posturalna [25]. Z powodu zaburzeń równowagi, które występują u pacjentów z chorobą Parkinsona, są oni również bardziej narażeni na upadki i związane z nimi komplikacje [26]. Współczesna literatura wskazuje, że aktywność fizyczna może być czynnikiem poprawiającym rokowanie.

Rodzaje aktywności fizycznej i ich efekty

W badaniach wykazano, że rodzaj wykonywanej aktywności fizycznej ma wpływ na przebieg choroby Parkinsona. Taniec korzystnie oddziałuje na mobilność, wydolność motoryczną oraz równowagę u pacjentów. Zauważono też krótkotrwałą poprawę pod postacią zmniejszenia intensywności zamarzania chodu u pacjentów z obecną chorobą Parkinsona [27]. Natomiast aerobowy trening chodzenia wpływa na poprawę prędkości chodu, długości kroków i stabilności chodu u uczestników. Jednak pomimo tego nie wykazano znaczącej poprawy jakości życia. Ćwiczenia opierające

się na treningu oporowym o rosnącym oporze (PRT) wykazały krótkoterminowe korzyści dla chorych wykonujących tego rodzaju trening w ramach rehabilitacji. Dłuższe efekty (2-6 miesięcy) odnotowano natomiast w momencie, gdy ćwiczenia skupiały się na równowadze oraz chodzie. Po 8-tygodniowym wykonywaniu ćwiczeń skupiających się na treningu balansu zauważono poprawę równowagi, chodu oraz mobilności, która utrzymywała się do 12 miesięcy. Próbowano również modyfikować formy terapii poprzez łączenie ruchu na lądzie oraz w wodzie, jednak dodanie opcji w wodzie nie wpłynęło znacząco na poprawę funkcjonowania pacjentów [28].

Tai Chi

Istotnym problemem pacjentów, na których leki nie wpływają wystarczająco, jest niestabilność posturalna, która powodując zaburzenia chodu, często prowadzi do upadków [29]. Badanie Zhu M, et al. miało na celu ustalenie wpływu ćwiczeń Tai Chi na redukcję objawów u pacjentów z chorobą Parkinsona w stopniu łagodnym do umiarkowanego. Badanie przeprowadzono na próbie 41 pacjentów, którzy zostali poddani ocenie skuteczności ćwiczeń w zakresie poprawy funkcji motorycznych i pozamotorycznych (w tym jakości snu, stanów depresyjnych i lękowych, a także funkcji poznawczych). Po 12 tygodniach pacjenci z grupy interwencyjnej, którzy wykonywali ćwiczenia Tai Chi, uzyskali lepsze efekty niż pacjenci z grupy kontrolnej. Najlepsze wyniki odnotowano w ocenie jakości snu z zastosowaniem skali PDSS oraz w badaniu zdolności poznawczych, dokonany przy użyciu testu MOCA [30].

W innym badaniu przeanalizowano wpływ Tai Chi na objawy motoryczne u pacjentów z chorobą Parkinsona, porównując grupę badaną z grupami, w których zalecono szybki marsz lub brak aktywności fizycznej. Uczestnicy, którzy trenowali Tai Chi, osiągnęli lepsze wyniki w zakresie funkcji motorycznych, które były oceniane przy użyciu skali równowagi Berg (BBS), ujednoliconej skali oceny choroby Parkinsona (UPDRS), testu Timed Up and Go (TUG) oraz analizy chodu 3D. Badanie wykazało, że długotrwały trening Tai Chi poprawia funkcje motoryczne pacjentów dotkniętych chorobą Parkinsona, zwłaszcza w zakresie chodu i utrzymania równowagi [31].

Trening oporowy

Przeprowadzono również badanie dotyczące wpływu treningu oporowego na siłę mięśni oddechowych oraz jakość życia pacjentów z chorobą Parkinsona.

W badaniu uczestniczyło 28 osób. Zarówno grupa kontrolna jak i grupa badana przyjmowały standardowe leczenie farmakologiczne, jednak grupa badana dodatkowo została poddana 16-tygodniowemu treningowi siłowemu. Ćwiczenia obejmowały: wyciskanie sztangi leżąc, martwy ciąg klasyczny oraz ćwiczenia mięśni łydki i dolnych partii mięśni brzucha. Grupa poddana interwencji wykazała większą poprawę wartości maksymalnych ciśnień wdechowych i wydechowych oraz jakości życia ocenionej kwestionariuszem PDQ-39. Wyniki te sugerują, że trening siłowy może być uważany za dodatkową interwencję terapeutyczną u pacjentów z chorobą Parkinsona [32].

Podsumowanie

Przytoczone badania dowodzą przydatności obu rodzajów ćwiczeń fizycznych w poprawie sprawności poznawczej oraz motorycznej osób w podeszłym wieku. Metaanaliza Northey et al. wysuwa wnioski, że połączenie zarówno ćwiczeń tlenowych jak i oporowych może przynieść najbardziej optymalne efekty w zachowaniu zdolności kognitywnych przez osoby starsze. Autorzy zalecają czas treningu od 45-60 minut o przynajmniej umiarkowanej intensywności, tak często jak jest to możliwe dla danej osoby [33]. Co również pokrywa się z rekomendacjami WHO dotyczącymi czasu trwania treningu o umiarkowanej intensywności, czyli 150-300 minut tygodniowo, a nawet powyżej tej wartości dla uzyskania dodatkowych korzyści zdrowotnych [21]. Analogiczne wnioski dotyczą wpływu aktywności fizycznej w chorobie Parkinsona. Zgodnie z wynikami przeprowadzonych badań, zarówno ćwiczenia oporowe, jak i aerobowe przynoszą korzystne efekty dla pacjentów z chorobą Parkinsona. Niemniej jednak, istnieje większa ilość dowodów w literaturze potwierdzających pozytywny wpływ ćwiczeń tlenowych, takich jak: trening szybkiego chodu, jazda na rowerze, Tai Chi, taniec [34].

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Jakub Husejko

Katedra Geriatrii, *Collegium Medicum* Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu

Uniwersyteckie Centrum Kliniczne, segment D, II piętro, Szpital Uniwersytecki nr 1 im. dr. A. Jurasza ul. M. Curie Skłodowskiej 9, 85-094 Bydgoszcz

☎ (+48) 725 465 576

✉ kubahusejko@gmail.com

Piśmiennictwo/References

1. Deuschl G, Beghi E, Fazekas F, et al. The burden of neurological diseases in Europe: an analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet Public Health*. 2020;5(10):e551-e567. DOI: 10.1016/S2468-2667(20)30190-0.
2. Alzheimer's Association. 2023 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimers Dement*. 2023;19(4):1598-695.
3. Marras C, Beck JC, Bower JH, et al. Prevalence of Parkinson's disease across North America. *NPJ Parkinsons Dis*. 2018;4:21. DOI: 10.1038/s41531-018-0058-0.
4. Dumurgier J, Tzourio C. Epidemiology of neurological diseases in older adults. *Rev Neurol (Paris)*. 2020;176(9):642-8. DOI: 10.1016/j.neurol.2020.01.356.
5. Marešová P, Dolejš J, Mohelska H, et al. Cost of Treatment and Care for People with Alzheimer's Disease: A Meta- Analysis. *Curr Alzheimer Res*. 2019;16(14):1245-53. DOI: 10.2174/1567205017666200102144640.
6. Dorsey ER, Vlaanderen FP, Engelen LJ, et al. Moving Parkinson care to the home. *Mov Disord*. 2016;31(9):1258-62. DOI: 10.1002/mds.26744.
7. Cummings JL, Tong G, Ballard C. Treatment Combinations for Alzheimer's Disease: Current and Future Pharmacotherapy Options. *J Alzheimers Dis*. 2019;67(3):779-94. DOI: 10.3233/JAD-180766.
8. Lewis MM, Harkins E, Lee EY, et al. Clinical Progression of Parkinson's Disease: Insights from the NINDS Common Data Elements. *J Parkinsons Dis*. 2020;10(3):1075-85. DOI: 10.3233/JPD-201932.
9. Morofuji Y, Nakagawa S. Drug Development for Central Nervous System Diseases Using In vitro Blood-brain Barrier Models and Drug Repositioning. *Curr Pharm Des*. 2020;26(13):1466-85. DOI: 10.2174/1381612826666200224112534.
10. De la Rosa A, Olaso-Gonzalez G, Arc-Chagnaud C, et al. Physical exercise in the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *J Sport Health Sci*. 2020;9(5):394-404. DOI: 10.1016/j.jshs.2020.01.004.
11. Llamas-Velasco S, Contador I, Méndez-Guerrero A, et al. Physical activity and risk of Parkinson's disease and parkinsonism in a prospective population-based study (NEDICES). *Prev Med Rep*. 2021;23:101485. DOI: 10.1016/j.pmedr.2021.101485.
12. Overton M, Pihlsgård M, Elmståhl S. Prevalence and Incidence of Mild Cognitive Impairment across Subtypes, Age, and Sex. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2019;47(4-6):219-32. DOI: 10.1159/000499763.
13. Livingston G, Huntley J, Sommerlad A, et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. *Lancet*. 2020;396(10248):413-46. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30367-6.
14. Mielke GI, Bailey TG, Burton NW, et al. Participation in sports/recreational activities and incidence of hypertension, diabetes, and obesity in adults. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(12):2390-8. DOI: 10.1111/sms.13795.
15. Pereira T, Cipriano I, Costa T, et al. Exercise, ageing and cognitive function – Effects of a personalized physical exercise program in the cognitive function of older adults. *Physiol Behav*. 2019;202:8-13. DOI: 10.1016/j.physbeh.2019.01.018.
16. López-Higes R, Martín-Aragoneses MT, Rubio-Valdehita S, et al. Efficacy of Cognitive Training in Older Adults with and without Subjective Cognitive Decline Is Associated with Inhibition Efficiency and Working Memory Span, Not with Cognitive Reserve. *Front Aging Neurosci*. 2018;10:23. DOI: 10.3389/fnagi.2018.00023.
17. Yu F, Vock DM, Zhang L, et al. Cognitive Effects of Aerobic Exercise in Alzheimer's Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial. *J Alzheimers Dis*. 2021;80(1):233-44. DOI: 10.3233/JAD-201100.
18. López-Ortiz S, Valenzuela PL, Seisdedos MM, et al. Exercise interventions in Alzheimer's disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ageing Res Rev*. 2021;72:101479. DOI: 10.1016/j.arr.2021.101479.
19. Zhou XP, Zhang LM, Chen GQ, et al. Meta analysis of aerobic exercise improving intelligence and cognitive function in patients with Alzheimer's disease. *Medicine (Baltimore)*. 2022;101(42):e31177. DOI: 10.1097/MD.00000000000031177.
20. Zhang S, Zhen K, Su Q, et al. The Effect of Aerobic Exercise on Cognitive Function in People with Alzheimer's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(23):15700. DOI: 10.3390/ijerph192315700.
21. World Health Organization. WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. 2020:43-46
22. Landrigan JF, Bell T, Crowe M, et al. Lifting cognition: a meta-analysis of effects of resistance exercise on cognition. *Psychol Res*. 2020;84(5):1167-83. DOI: 10.1007/s00426-019-01145-x.
23. Babaei P, Azari HB. Exercise Training Improves Memory Performance in Older Adults: A Narrative Review of Evidence and Possible Mechanisms. *Front Hum Neurosci*. 2022;15:771553. DOI: 10.3389/fnhum.2021.771553.
24. Ascherio A, Schwarzschild MA. The epidemiology of Parkinson's disease: risk factors and prevention. *Lancet Neurol*. 2016;15(12):1257-1272. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)30230-7.
25. Opara J, Małeckı A, Małeczka E, et al. Motor assessment in Parkinson's disease. *Ann Agric Environ Med*. 2017;24(3):411-5. DOI: 10.5604/12321966.1232774.
26. Pelicioni PHS, Menant JC, Latt MD, et al. Falls in Parkinson's Disease Subtypes: Risk Factors, Locations and Circumstances. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(12):2216. DOI: 10.3390/ijerph16122216.
27. Aguiar L.P.C., da Rocha P.A., Morris M. Therapeutic dancing for Parkinson's disease. *Int. J. Gerontol*. 2016;10:64–70. DOI:10.1016/j.ijge.2016.02.002.

28. Mak MK, Wong-Yu IS, Shen X, et al. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with Parkinson disease. *Nat Rev Neurol*. 2017;13(11):689-703. DOI: 10.1038/nrneurol.2017.128.
29. Palakurthi B, Burugupally SP. Postural Instability in Parkinson's Disease: A Review. *Brain Sci*. 2019;9(9):239. DOI: 10.3390/brainsci9090239.
30. Zhu M, Zhang Y, Pan J, et al. Effect of simplified Tai Chi exercise on relieving symptoms of patients with mild to moderate Parkinson's disease. *J Sports Med Phys Fitness*. 2020;60(2):282-8. DOI: 10.23736/S0022-4707.19.10104-1.
31. Li G, Huang P, Cui SS, et al. Mechanisms of motor symptom improvement by long-term Tai Chi training in Parkinson's disease patients. *Transl Neurodegener*. 2022;11(1):6. DOI: 10.1186/s40035-022-00280-7.
32. Alves WM, Alves TG, Ferreira RM, et al. Strength training improves the respiratory muscle strength and quality of life of elderly with Parkinson disease. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019;59(10):1756-62. DOI: 10.23736/S0022-4707.19.09509-4.
33. Northey JM, Cherbuin N, Pampa KL, et al. Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2018;52(3):154-60. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096587.
34. Bhalsing KS, Abbas MM, Tan LCS. Role of Physical Activity in Parkinson's Disease. *Ann Indian Acad Neurol*. 2018;21(4):242-9. DOI: 10.4103/aian.AIAN_169_18.