

Zaangażowanie Autorów
 A – Przygotowanie projektu badawczego
 B – Zbieranie danych
 C – Analiza statystyczna
 D – Interpretacja danych
 E – Przygotowanie manuskryptu
 F – Opracowanie piśmiennictwa
 G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution
 A – Study Design
 B – Data Collection
 C – Statistical Analysis
 D – Data Interpretation
 E – Manuscript Preparation
 F – Literature Search
 G – Funds Collection

**Magdalena Hagner-Derengowska^{1(A,B,C,D,E,F,G)},
 Anna Kałużna^{2,3(E,F)}, Andrzej Czamara^{4(E)},
 Krystian Kałużny^{2(B,E)}, Jacek Budzyński^{3(C,D,E)}**

¹ Katedra Neuropsychologii Klinicznej, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, Polska

² Katedra i Klinika Rehabilitacji, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, Polska

³ Katedra Chorób Naczyniowych i Chorób Wewnętrznych, Wydział Nauk o Zdrowiu, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, Polska

⁴ Wyższa Szkoła Fizjoterapii, Wrocław, Polska

¹ Chair of Clinical Neuropsychology, Faculty of Health Sciences, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland

² Chair and Clinic of Rehabilitation, Faculty of Health Sciences, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland

³ Chair of Vascular and Internal Diseases, Faculty of Health Sciences, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland

⁴ University of Physiotherapy, Wrocław, Poland

WPŁYW TRENINGU NORDIC WALKING NA PARAMETRY CHODU I SPRAWNOŚĆ FIZYCZNĄ U KOBIET W WIEKU POMENOPAUZALNYM *THE EFFECT OF NORDIC WALKING TRAINING ON THE PARAMETERS OF GAIT AND PHYSICAL FITNESS IN POSTMENOPAUSAL WOMEN*

Słowa kluczowe: starzenie się, Nordic Walking, chód, system BTS SMART, ryzyko upadku

Key words: aging, Nordic Walking, gait, BTS SMART system, risk of falling

Streszczenie

Wstęp. Celem pracy była ocena wpływu Nordic Walking (NW) i chodu (OW) na parametry sprawności fizycznej oraz parametry chodu u kobiet w wieku pomenopauzalnym.

Materiał i metody. Badanie przeprowadzono na grupie 61 zdrowych kobiet w wieku 64,6 lat ($\pm 6,7$). Uczestnicy programu zostali przydzieleni losowo do dwóch grup. Grupę pierwszą stanowiło 31 kobiet, które uczestniczyły w treningach Nordic Walking (NW). Grupę drugą stanowiło 30 kobiet, u których aktywność fizyczna polegała na treningu zwykłego chodzenia (OW). Obie grupy regularnie brały udział (podczas osmiotygodniowego programu) w 60-minutowych sesjach treningowych trzy razy w tygodniu. Narzędziem do oceny sprawności był test Fullerton zawierający sześć sekwencji badań do oceny siły, wytrzymałości, równowagi i koordynacji ruchowej. Natomiast do oceny parametrów chodu zastosowano system kamery do analizy ruchu BTS SMART.

Wyniki. Wyniki badań wskazują, że intensywny program treningowo-rehabilitacyjny Nordic Walking, spowodował w zakresie parametrów zarówno wydolnościowych, jak i parametrów biomechanicznych zwiększenie długości kroku, skrócenie fazy podporu, znaczny wzrost prędkości chodu, zwiększenie stabilności chodu i zmniejszenie ryzyka upadku.

Wnioski. Uzyskane wyniki, zarówno w grupie Nordic Walking, jak również w grupie chodu, w zakresie analizowanych parametrów zdolności funkcjonalnych wykazują, że systematyczne treningi w znacznym stopniu przyczyniają się do poprawy parametrów sprawności fizycznej oraz parametrów chodu u kobiet w wieku pomenopauzalnym; dodatkowo Nordic Walking aktywuje mniej więcej kończyny dolnych i górnych, co przekłada się na lepsze wartości wyników analizy statystycznej w powyższej grupie.

Summary

Background. The aim of the study was to investigate the effect of intensive gait and mild gait Nordic Walking (NW), and over ground walking (OW) on the physical fitness of elderly women.

Material and methods. The study was conducted on a group of 61 healthy women aged 64.6 (± 6.7). Program participants were randomly divided into two groups: Nordic Walking (NW) and usual over ground walking (OW), the NW group consisted of 31 women who participated in the training of Nordic Walking. The OW group consisted of 30 women whose physical activity was based on usual walking. The assessment tools to evaluate fitness was the Fullerton test comprising six sequences of trials to evaluate the body strength, aerobic endurance, balance and motor coordination. To evaluate gait parameters a camera system was used for movement analysis BTS SMART system.

Results. The results indicate that an intensive gait Nordic Walking regime gave slightly better results, and participants gained an increasing stride length, a shortening of the stance phase, a significant increase in walking speed, an increase in gait stability and a decreased risk of falling.

Conclusions. In terms of the functional capacity obtained in the intensive NW group and OW group mild gait it was demonstrated that systematic training contributes significantly to the improvement of physical functioning in women aged above 58 years. NW activity supports and activates the muscles of the lower and upper extremities.

Word count:	5569
Tables:	2
Figures:	0
References:	26

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr Magdalena Hagner-Derengowska

Katedra Neuropsychologii Klinicznej, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy
 85-094 Bydgoszcz, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 9, tel. +48 698 331 927, e-mail: m_hagner-derengowska@wp.pl

Otrzymano / Received 12.06.2015 r.
 Zaakceptowano / Accepted 13.10.2015 r.

Wstęp

Starzenie jest procesem, który wpływa na wszystkie obszary życia człowieka – maleje wtedy sprawność motoryczna, psychiczna i sensoryczna. Zmiany związane ze starzeniem w dużym stopniu wpływają na ograniczenie zdolności do samodzielnego funkcjonowania oraz na obniżenie jakości życia człowieka [1,2,3].

Istotnym aspektem związanym ze starzeniem jest zmniejszenie sprawności ruchowej oraz spadek stabilności i jakości chodu [4]. Najczęściej wymienianymi objawami inwolucyjnymi, które mają wpływ na pogorszenie jakości chodu oraz zwiększenie ryzyka upadków u osób starszych są: spadek masy mięśniowej, spadek siły mięśniowej kończyn dolnych, zmniejszenie zakresu ruchomości stawów, zwiększenie przedpochylenia miednicy, pogorszenie kontroli stabilności posturalnej, zaburzenia czucia powierzchniowego i głębokiego, wzrost czasu reakcji na bodziec oraz zaburzenia układu przedsionkowego [5,6].

Pogorszenie jakości chodu wiąże się ściśle ze zmianami kinematycznymi parametrów chodu takimi jak: zmniejszenie prędkości chodu, zmniejszenie długości kroku, zwiększenie czasu trwania fazy podporu oraz fazy podwójnego podporu, zwiększenie szerokości kroku oraz duża zmienność szerokości kroku pomiędzy poszczególnymi krokami [7].

Charakter starzenia zależy od wielu czynników, które mogą być modyfikowane. Długoletnie badania wykazały, że elementem koniecznym dla prawidłowego funkcjonowania organizmu jest systematyczna aktywność fizyczna. Odpowiednio dobrany i dostosowany do potrzeb i możliwości funkcjonalnych danej osoby regularny wysiłek fizyczny przynosi wymierne efekty zdrowotne i przeciwdziała niekorzystnym konsekwencjom starzenia [8,9]. Według wielu autorów, systematyczna aktywność fizyczna u osób starszych poprawia wszystkie funkcje motoryczne, wpływa na sferę psychiczną i jakość życia [10,11].

Wiele badań wykazało, że regularny wysiłek fizyczny przekłada się na poprawę parametrów sprawności fizycznej tj. siła, wytrzymałość, koordynacja ruchowa, gibkość oraz szybkość [12].

Doskonala formą ruchu, przeznaczoną dla pacjentów z różnymi dysfunkcjami i w każdym przedziale wiekowym, jest Nordic Walking. Zwiększa on możliwości oraz wspomaga integralną część rehabilitacji, jaką jest leczenie ruchem.

Dodatkowo, Nordic Walking jest formą aktywności ruchowej, która jest znacznie intensywniejszą formą ruchu – angażuje zarówno górną, jak i dolną partię mięśni w łańcuchu biokinematycznym. Nordic Walking daje dużo wyższy wydatek energetyczny i wpływa na układ krążeniowo-oddechowy [13].

Wartym zauważenia jest fakt, że Nordic Walking jest formą aktywności fizycznej, która wpływa na poszczególne parametry chodu, zwiększając czworobok podparcia, stabilność oraz równowagę osób starszych [14]. Nordic Walking może być zastosowany jako forma procedury terapeutycznej reedukacji chodu u pacjentów z Parkinsonem [15], artrozami [16,17] oraz z innymi dysfunkcjami [18], wpływając na poprawę czynności dnia codziennego. Fullerton test zawiera protokół sześciu zadań, które oceniają wytrzymałość i siłę kończyn dolnych oraz wytrzymałość aerobową, równowagę i koordynację ruchową [19].

Background

Human aging is a biological process where in the efficiency of the motor, mental and sensory skills decreases in an individual. The aging of the human body is associated with a number of involution changes leading to a reduction in physical function observed in the stability of gait and an increased risk of falling. Age-related changes largely suppress efficient functioning and reduce the quality of human life [1,2,3].

An important aspect associated with aging is a decrease in mobility and in the stability and quality of gait [4]. Most frequently reported involution symptoms that affect gait deterioration and increased risk of falls in the elderly are: decrease in muscle mass, decrease in muscle strength of the lower extremities, decreased range of motion of joints, increased ante version of the pelvis, decreased postural stability control, sensory disturbances of surface and depth, the rise time of the stimulus and vestibular disorders [5,6].

Deteriorated gait is closely related to changes in kinematic gait parameters such as reduced walking speed, decreased stride length, and increased duration of the stance phase and double stance phase, increased width of the step and a large variation in the width of the step between steps [7].

Long-term studies have shown that a necessary element for the proper functioning of the body is regular physical activity. Properly selected and adapted to the needs and functional capabilities of a person, regular physical activity brings measurable health effects and reduces the aging process [8,9]. According to many authors, regular physical activity in older people maintain motor functions and is beneficial for the mental realm and quality of life [10,11].

Many studies have shown that regular exercise improves physical parameters such as strength, endurance, motor coordination, flexibility and speed [12]. An excellent form of exercise designed for patients with disabilities and all ages is intensive Nordic Walking (NW) instead of usual over ground walking (OW). Usual OW is defined as moving at a regular pace by lifting and setting down each foot in turn on a flute floor [13]. Nordic Walking enhances and supports an integral part of rehabilitation therapy is a more intensive form of walking, using the muscles of the upper and lower body. There is evidence that Nordic Walking provides a greater cardiorespiratory workload without an increase in the level of exertion [13]. In addition, NW is a form of physical activity that affects the individual parameters of gait by increasing the quadrangle support, stability and balance of the elderly [14]. Nordic Walking potentially can be incorporated into patients' daily lives with Parkinson's disease [15], osteoarthritis [16,17] and other diseases [18] and thus help increase their daily physical activity. The Fullerton test comprises six sequences that indirectly enable assessment of the upper and lower body strength, aerobic endurance, motor coordination, and balance [19].

The aim of this study was to assess mobility by comparing intensive Nordic Walking (NW) with the milder usual over ground walking (OW) of elderly women (over 58) participating in the program. Recreational session trainings lasted three times a week for 60 minutes over a period of 8 weeks. To evaluate the parameters of physical fitness, strength, flexibility, co-

Celem badań była ocena sprawności ruchowej oraz porównanie wpływu ośmiotygodniowego programu treningowo-rehabilitacyjnego Nordic Walking oraz chodu swobodnego na sprawność fizyczną oraz parametry chodu kobiet w wieku 55+. Poddane analizie parametry obejmowały wydolność, siłę, gęstość, koordynację oraz czynności dnia codziennego (za pomocą testu Fullerton), natomiast biomechaniczne parametry chodu były analizowane za pomocą systemu BTS SMART.

Materiał i metody

Do programu wstępnie zgłosiło się 98 kobiet, jednak z przyczyn losowych 32 kobiety nie zgłosiły się na badanie kontrolne po zakończeniu cyklu treningowego, natomiast 5 z nich nie spełniały kryteriów włączenia do programu badawczego ze względu na kryteria wykluczenia. Badania przeprowadzono na grupie 61 zdrowych kobiet w wieku 64,6 lata ($\pm 6,7$).

Badane grupy przez cały czas trwania programu systematycznie – trzy razy w tygodniu – uczestniczyły w 60-minutowych sesjach treningowo-terapeutycznych. Uczestników badania podzielono losowo na dwie grupy: badawczą oraz kontrolną. Grupę badawczą stanowiło 31 kobiet, które uczestniczyły w treningach Nordic Walking. Grupę kontrolną stanowiło 30 kobiet, których aktywność fizyczna oparta była na chodzie swobodnym.

Zaproponowany przez zespół program zarówno w grupie badawczej, jak i kontrolnej ukierunkowany był na ćwiczenia wzmacniające, siłowe, rozciągające oraz koordynacyjne.

W celu ewaluacji programu treningowo-rehabilitacyjnego i jego wpływu na sprawność fizyczną u osób w wieku 55+, przed i po programie u wszystkich uczestników badania zastosowano test Fullerton składający się z 6 prób: (1) The arm curl – próba unoszenia hantli (krotność w czasie 30 sekund), (2) 30-second Chair Stand – próba wstań – (krotność w czasie 30 sekund), (3) Back Scratch – próba oceny ruchomości kończyn górnych (im mniejsza odległość, tym lepszy wynik), (4) Chair Sit-and-Reach – test sięgania (odległość w cm), (5) 8-Foot Up-and-Go – pokonanie dystansu 8 stóp (2,43 m) w jednostce czasu (s), (6) 2-Minute Step-in-Place – ocena częstości kroków w czasie 2 minut [19,20].

W celu ewaluacji parametrów chodu, wykorzystany został system kamer do analizy ruchów BTS SMART. Badania miały na celu ocenę wybranych parametrów chodu, takich jak długość kroku, szerokość kroku, prędkość chodu, prędkość wymachu, długość fazy podporu oraz długości fazy podwójnego podporu.

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu Collegium Medicum im. Ludwika Rydygiera w Bydgoszczy (nr KB/721/2012). Wszyscy pacjenci wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniu. Badania zostały przeprowadzone zgodnie z Deklaracją Helsińską.

Analizę statystyczną wykonano za pomocą programu Statistica Stat Soft 9. Ponieważ rozkład zmiennych nie był parametryczny, konsekwentnie zastosowano testy nieparametryczne. Różnice pomiędzy grupami analizowano stosując test Mann-Whitney U Test dla zmiennych nieparametrycznych. Za poziom istotności statystycznej uznano $p < 0,05$.

ordination, and service life the Fullerton Functional Fitness Test was used, which covers the assessment of strength, flexibility, coordination and endurance. Also, the aim of the present study was to evaluate the psychometric properties of kinematic gait analysis using a BTS SMART system.

Material and methods

The program initially involved 98 women, but due to reasons beyond our control, 32 women did not undergo examination after completing the training cycle, while 5 of them did not meet the inclusion criteria for the research program because of the exclusion criteria. The study was conducted on a group of 61 healthy women aged 64.6 (mean ± 6.7).

Both groups throughout the duration of the program participated regularly three times a week for 60 min, during an eight-week period, in the sessions of training and therapy. Program participants were randomly divided into two groups: Nordic Walking (NW) and usual over ground walking (OW). The NW group consisted of 31 women who participated in the training of Nordic Walking. The OW group consisted of 30 women whose physical activity was based on the usual walking.

The program proposed by the team of both groups was aimed at strengthening exercises, stretching and coordination. In order to evaluate the program of recreational training and its impact the physical condition of people aged 55+ before and after the program was examined.

For evaluation of the effects of training, all participants engaged in the Fullerton Functional Fitness Test performed six tasks: (1) The arm curl – lifting dumbbells (times in 30 seconds), (2) a 30-second Chair Stand – trying to get up (times in 30 seconds), (3) Back Scratch – an attempt to assess the mobility of the upper limbs (the smaller the distance, the better the outcome), (4) Chair Sit-and-Reach – the reach test (distance in cm), (5) 2.44 m Up-and-Go – covering a distance of 8 feet (2.44 m) per unit time (s), (6) 2-Minute Step- in-Place – to assess the frequency of steps in 2 minutes [19,20].

In order to evaluate gait parameters, a camera system BTS SMART Analyzer was used for movement analysis. The study was designed to evaluate selected gait parameters such as step length, step width, walking speed, the speed of the swing, stance phase length and the length of the double stance phase.

The study was performed after the Bioethical Commission of the Nicolaus Copernicus University in Toruń, Ludwik Rydygier Collegium Medicum in Bydgoszcz (no. KB/721/2012). Each patient expressed her consent regarding participation in the study in writing. The study was performed in conformity with the Declaration of Helsinki.

The result were then statistically analyzed. Statistical analysis was performed using a Statistica Stat Soft 9 package. Because the distribution of variables was not parametric, non-parametric tests were used consistently. The inter group differences in values were determined using the Mann-Whitney nonpara-

metric U test for independent variables. Statistical significances was accepted at the level of $p<0.05$.

Wyniki

Z analizy statystycznej wyników uzyskanych w teście Fullerton przed i po programie treningowo-rehabilitacyjnym wynika, że u wszystkich uczestników badania zaobserwowano poprawę wszystkich parametrów sprawności fizycznej. Różnice w uzyskanych wynikach przed i po programie dla całej grupy okazały się istotne statystycznie ($p<0,05$). Poniżej przedstawiono porównanie uzyskanych wyników w teście Fullerton przed i po programie treningowo-rehabilitacyjnym dla wszystkich uczestników.

Dokonano również oceny wpływu programu treningowo-rehabilitacyjnego na wyniki testu Fullerton dla poszczególnych grup. Wyniki uzyskane w grupie badawczej i w grupie kontrolnej przedstawia Tabela 1.

W grupie badawczej, uprawiającej Nordic Walking, zaobserwowano istotne różnice statystyczne ($p<0,05$) we wszystkich próbach testu sprawności fizycznej. Z kolei w grupie kontrolnej istotność statystyczna wystąpiła we wszystkich próbach z wyjątkiem testu „8-Foot Up-and-Go” ($p=0,484$). Porównując wyniki uzyskane przed i po terapii w poszczególnych grupach warto zaznaczyć jednak, że nieco lepsze wyniki uzyskały kobiety w grupie badawczej Nordic Walking.

W celu szczegółowej oceny jakości chodu, u uczestników programu dokonano analizy wybranych parametrów chodu tj. długość kroku, szerokość kroku, prędkość chodu, prędkość wymachu, długość fazy podporu oraz długości fazy podwójnego podporu. Z przeprowadzonej analizy wynika, że ośmiotygodniowy program treningowo-rehabilitacyjny wpłynął na zmianę

Results

The Fullerton test was applied, where you could specify the parameters of physical fitness, including strength, flexibility, coordination and strength. Participants, who participated in the training, were evaluated at the beginning of the Fullerton test and on ending the program based on running the intensive group NW, and the mild OW group.

Table 1 shows a comparison of the results of the Fullerton test before and after the recreational (rehabilitation) training for all participants. We also assessed the impact of recreational boating on the test results for both the Fullerton NW and OW groups. Statistical analysis of the results obtained in the Fullerton test before and after initial recreational (rehabilitation) training in which all participants took part showed an improvement in all the parameters of physical fitness.

In the group that practiced NW intensive walk, statistically significant differences ($p<0.05$) were seen in all the physical fitness tests. In the OW group, statistical significance occurred in all tests except the “8-Foot Up-and-Go” ($p=0.484$) one.

A detailed evaluation of the quality of gait in participants analyzed selected gait parameters such as step length, step width, walking speed, the speed of the swing, stance, length of phases and the length of the double stance phase. The analysis shows that the eight-week recreational (rehabilitation) training influenced the change of gait parameters in both the NW and OW groups (Tab. 2).

Tab. 1. Sekwencje prób testu Fullerton dla dwóch grup Nordic Walking (NW) oraz chodu (OW) przed i po ośmiotygodniowym programie treningowym. Mediana 25-75%

Tab. 1. The sequence of trials of the Fullerton fitness test was performed by two groups (a) Nordic Walking (NW) and (b) usual over ground walking (OW) before and after the 8-week activity. Median value was 25-75%

Parametr/ Parameter	Nordic Walking/ Nordic Walking (NW)		Chód/ Usual overground walking (OW)	
	Przed treningiem/ Before training	Po treningu/ After training	Przed treningiem/ Before training	Po treningu/ After training
Próba unoszenia hantli (krotkość w czasie 30s)/ The arm curl (n of repetition, 30s)	17.0 16.0-20.0	21.0*** 19.0-24.0	16.5 14.5-18.0	21.0*** 17.7-25.5
Próba wstań (krotkość w czasie 30s)/ Chair Stand (n of stands) (n of stand, 30s)	15.0 13.0-17.0	19.0** 16.0-21.0	14.5 12.0-16.5	16.5** 14.0-21.0
Próba oceny ruchomości kończyn górnego (cm ±)/ Back Scratch (cm ±)	1.0 -8.0-1.0	1.0* -6.0-1.0	0.5 -17.5-1.0	0.0* -13.5-1.0
Test sięgania (cm ±)/ Chair Sit-and-Reach (cm ±)	1.0 -1.0-3.0	2.0* 0.0-10.0	1.0 -1.0-1.0	1.0** 0.5-12.0
Pokonanie dystansu stóp (2,44m) w jednostce czasu (s)/ 2,44 m Up-and-Go (s)	5.4 5.1-6.2	5.0*** 4.5-5.7	5.6 4.8-5.9	5.3 5.0-5.7
Ocena częstości kroków w czasie 2 minut/ 2-Minute Step-in-Place (n of steps)	171.0 146.0-190.0	200.0*** 180.0-228.0	148.0 125.0-175.0	176.0** 162.0-201.0

Istotność różnic przed i po treningu: * $p<0.05$; ** $p<0.01$ / The difference before and after training significance of:

* $p<0.05$; ** $p<0.01$

Test U Manna-Whitneya / The Mann-Whitney U-test

Tab. 2. Wyniki parametrów chodu dla grup Nordic Walking (NW) oraz chodu (OW) przed i po ośmiotygodniowym programie treningowym

Tab. 2. Resulting gait parameters in the Nordic Walking (NW) group and usual over ground walking (OW) group after the 8-week recreational training

Parametry chodu/ Gait parameters	Nordic Walking/ Nordic Walking		Chód/ Usual over ground walking	
	Przed treningiem/ Before training	Po treningu/ After Training	Przed treningiem/ Before training	Po treningu/ After Training
Długość kroku kończyny dolnej lewej (m)/ Step length left lower limb (m)	0.52 0.47-0.56	0.55** 0.48-0.57	0.47 0.43-0.53	0.49 0.47-0.55
Długość kroku kończyny dolnej prawej (m)/ Step length right lower limb (m)	0.52 0.49-0.55	0.54*** 0.51-0.57	0.47 0.43-0.52	0.51*** 0.46-0.56
Różnica długości kroku 1 i 2 (m)/ Step length difference 1 & 2 (m)	0.01 0.01-0.04	0.01 0.01-0.03	0.04 0.02-0.06	0.03 0.01-0.03
Szerokość kroku (m)/ Step width (m)	0.15 0.14-0.16	0.15 0.14-0.16	0.15 0.14-0.16	0.15 0.15-0.18
Prędkość chodu (m/s)/ Walking speed (m/s)	0.96 0.84-1.12	0.16*** 0.04-0.22	0.88 0.77-1.07	0.19*** 0.12-0.28
Faza wymachu kończyny dolnej lewej (m/s)/ Swing left lower limb (m/s)	2.53 2.23-2.66	2.42** 2.18-2.77	2.52 2.10-2.70	2.14 1.86-2.45
Faza wymachu kończyny dolnej prawej (m/s)/ Swing right lower limb (m/s)	2.57 2.25-2.85	0.11*** 0.07-0.15	2.55 2.21-2.80	0.07*** 0.03-0.13
Różnica fazy wymachu 1 i 2 (m/s)/ Swing difference 1 & 2 (m/s)	0.09 0.05-0.14	0.85*** 0.73-0.99	0.09 0.06-0.13	0.71*** 0.62-0.88
Długość fazy podporu kończyny dolnej lewej (%)/ The length of stance phase (%) left lower limb	0.61 0.60-0.64	0.59*** 0.60-0.64	0.63 0.61-0.65	0.61*** 0.58-0.62
Długość fazy podporu kończyny dolnej prawej (%)/ The length of stance phase (%) right lower limb	0.59 0.57-0.62	0.62* 0.60-0.63	0.63 0.1-0.64	0.61** 0.59-0.63
Różnica długości fazy podporu (%)/ The length of stance phase the difference (%)	0.012 0.008-0.028	0.01 0.01-0.02	0.01 0.006-0.027	0.01 0.009-0.022
Długość fazy podwójnego podporu kończyny dolnej lewej (%)/ The length of the double stance phase (%) left lower limb	0.12 0.10-0.13	0.09** 0.07-0.11	0.13 0.11-0.14	0.11* 0.08-0.12
Długość fazy podwójnego podporu kończyny dolnej prawej (%)/ The length of the double stance phase (%) right lower limb	0.11 0.10-0.14	0.10*** 0.08-0.11	0.13 0.11-0.15	0.11*** 0.09-0.13
Różnica długości fazy podwójnego podporu (%)/ The length of the double stance phase – the difference (%)	0.02 0.01-0.03	0.01* 0.006-0.02	0.017 0.009-0.34	0.01* 0.006-0.027
Czas trwania fazy podporu – kończyna dolna lewa (s)/ The length of stance phase – left lower limb (s)	0.66 0.60-0.73	0.63*** 0.59-0.67	0.73 0.63-0.81	0.63** 0.58-0.68
Czas trwania fazy podporu – kończyna dolna prawa (s)/ The length of stance phase – the right lower limb (s)	0.66 0.61-0.72	0.63*** 0.58-0.70	0.72 0.63-0.79	0.64** 0.58-0.69
Czas trwania fazy podporu – różnica (s)/ The length of stance phase – the difference (s)	0.01 0.01-0.02	0.02 0.01-0.03	0.01 0.01-0.04	0.01 0.58-0.69

Istotność różnic przed i po treningu: * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$ The difference before and after training significance of: * $p<0.05$; ** $p<0.01$; *** $p<0.001$

Test U Manna-Whitneya / The Mann-Whitney U-test

parametrów chodu zarówno w grupie badawczej, jak i kontrolnej (Tab. 2). W obu grupach prędkość chodu po programie treningowo-rehabilitacyjnym wzrosła. Zaobserwowano istotne zmiany statystyczne dla obu grup w zakresie prędkości chodu. W obu grupach wykazano również tendencję do zwiększenia prędkości wymachu dla obu kończyn dolnych. Jednak w grupie uprawiającej Nordic Walking zmiany istotne statystycznie dotyczyły prawej i lewej kończyny dolnej, zaś w grupie chodu swobodnego wyłącznie kończyny dolnej prawej.

Po dokonaniu analizy statystycznej w zakresie parametru długości fazy podporu procentowej i czasowej oraz długości fazy podwójnego podporu (%) dla kończyny dolnej prawej oraz lewej zaobserwowa-

The statistical evaluation of obtained data according gait parameters to % of stance and double stance phase had significant.

In OW group showed a significant statistical difference only for the right limb. In both groups there was an increase in stride length $p<0.05$.

Another parameter that was measured was included of the step size of the participant. It is a parameter that reflects the stability in the frontal plane. No significant statistical differences in terms of this parameter was observed.

no istotne różnice statystyczne ($p<0,05$) w obu badanych grupach. W badanych grupach długość fazy podwójnego podporu (%) oraz długość fazy podporu, zarówno procentowa, jak i czasowa, dla kończyny prawej i lewej uległy zmniejszeniu.

Kolejnym ocenianym parametrem była szerokość kroku. Na uwagę zasługuje spadkowa tendencja szerokości chodu w obydwu grupach, chociaż – co ciekawe – nie zaobserwowano różnic istotnych statystycznie.

Dyskusja

Testy kliniczne wykazały, że regularna aktywność fizyczna wpływa na poprawę badanych parametrów, jednak porównując wyniki pomiędzy grupami Nordic Walking względem chodu zwykłego udowodniono, że badani z grupy Nordic Walking mają lepsze rezultaty w zakresie badanych parametrów wydolnościowych oraz analizowanych parametrów biomechanicznych chodu.

Podobne wnioski na temat wpływu systematycznego wysiłku fizycznego na sprawność fizyczną osób starszych uzyskali Wiącek i wsp. oraz Figueiredo i wsp. [13,21]. Badania własne pokazują, że regularna aktywność fizyczna przynosi wymierne rezultaty w zakresie poprawy sprawności fizycznej zarówno w grupie badawczej, jak i kontrolnej. Badania wykazały, że regularna aktywność ruchowa wpływa istotnie statystycznie na poprawę wszystkich parametrów sprawności fizycznej. Jednak porównując poszczególne wyniki w próbach testu Fullerton pomiędzy grupą badawczą a grupą kontrolną zaobserwowano, że osoby z grupy badawczej Nordic Walking uzyskiwały jednak nieco lepsze rezultaty w badaniu kontrolnym. Wartym zauważenia jest fakt, że grupa badawcza uzyskała lepsze rezultaty przede wszystkim w teście „8-Foot Up-and-Go”. Próba ta mierzy szybkość, zwinność i równowagę podczas ruchu. Porównanie uzyskanych wyników w tym teście przed i po programie treningowo-rehabilitacyjnym wykazało w grupie badawczej istotną różnicę statystyczną ($p<0,05$), a w grupie kontrolnej jej brak, jednak porównując wyniki w obu grupach przed i po terapii zaobserwowano lepsze wyniki w grupie kobiet trenujących Nordic Walking.

Zaobserwowano zmiany w parametrze prędkości chodu; zmiany istotne statystycznie zaobserwowano w obu badanych grupach, w grupie chodu zauważono jednak tę tendencję tylko względem prawej kończyny dolnej, a w grupie Nordic Walking tendencja ta w wartościach parametrów była wyższa w obu kończynach. Wnikliwa analiza statystyczna wykazała, że analizowane parametry długości, szerokości kroku, prędkości wymachu, czasu trwania podporu wykazują zmiany istotne statystycznie w obu badanych grupach. U kobiet z grupy objętej treningiem Nordic Walking zaobserwowano istotne zwiększenie prędkości chodu, wydłużenie długości kroku, wzrost prędkości wymachu, skrócenie czasu trwania fazy podporu oraz skrócenie czasu trwania podwójnego podporu.

Kolejnym ocenianym parametrem była szerokość kroku. Jest to parametr, który odzwierciedla stabilność w płaszczyźnie czołowej, chociaż w badaniach własnych nie zaobserwowano istotnych różnic statystycznych w aspekcie tego parametru, to zaobserwowano tendencję spadkową szerokości kroku w obu badanych grupach, a zmiany symetryczne zaobserwowano tylko w grupie Nordic Walking.

Discussion

The clinical tests have shown that regular physical activity contributes significantly to the improvement of all parameters of physical fitness. However, already comparing the individual results obtained in the Fullerton test between the NW and OW groups have shown that the subjects participating in the intensive gait NW obtained slightly better results.

Similar results of systematic physical exercise on physical fitness of older people were obtained by Wiącek et al. and Figueiredo et al. [13,21]. Our study shows that regular physical activity brings tangible results in improving the physical fitness of intense and mild walking. It is worthwhile noting that the NW group scored better results especially in the “8-Foot Up-and-Go” test. This test measures the speed, agility and balance during movement. Comparison of the results obtained in this test before and after training showed a statistically significant difference ($p<0.05$) in the intensive NW gait group, and its absence in the group of mild OW gait. When comparing the results obtained before and after treatment in each group it is worth noting, however, that slightly better results were obtained in the NW group of women.

It is noteworthy that in both groups the walking speed increased after recreational training. There were significant statistical changes for the two groups in terms of walking speed. Both groups also showed a tendency to increase the speed of the swing to both lower extremities. However, in the group that practiced Nordic Walking (NW), statistically significant changes related to the right and left lower limb were found, while in the group of the mild gait (OW) only to the right lower extremity. After a statistical analysis in terms of the length parameter, stance, phase rate and the time and duration of the double stance phase (%) for the right and the left leg, statistically significant differences ($p<0.05$) were seen in both groups. In the study of the NW and OW groups, the length of the double stance phase (%) and the length of the stance phase in both the percentage and time for the right and left limbs were reduced.

Another endpoint was the width of the step. Noteworthy is the downward trend in the width of gait in both groups, although interestingly there were no statistically significant differences. Worth noting is the fact that statistically significant changes in terms of stride length are symmetric in the NW group.

Our study demonstrated that regular physical activity with the use of intense and mild gait is focused on strengthening exercises, suppleness, strength, coordination and improved several parameters of gait.

Figueiredo et al. conducted in 2013 an intensive estimation of the NW and OW mild gait walking speed and showed that both types of gait display tangible results and affect an improvement in walking speed,

Podobne badania przeprowadzili Figueiredo i wsp., którzy dokonali oceny wpływu treningu Nordic Walking oraz chodu swobodnego na prędkość chodu. W swoich badaniach udowodnili, że trening Nordic Walking i trening chodu swobodnego wpływają na poprawę prędkości chodu, jednak to trening Nordic Walking jest o 106% skuteczniejszą formą terapii w aspekcie poprawy prędkości chodu niż chód normalny [13].

Analizy wpływu ćwiczeń gibkościowych na parametry chodu przeprowadzili Watt i wsp. oraz DiBenedetto i wsp. [22,23]. W swoich badaniach zaobserwowali przede wszystkim znaczące zwiększenie się długości kroku oraz zmniejszenie przodopochylenia miednicy pod wpływem ćwiczeń rozciągających [20,21].

Krebs i wsp. natomiast w swoich badaniach przeprowadzili trening ukierunkowany na wzmacnianie określonych grup mięśniowych kończyn dolnych. Autorzy prac zaobserwowali pozytywny wpływ ćwiczeń wzmacniających na siłę mięśniową oraz prędkość chodu [24]. Podobne badania prowadzone były przez Persh i wsp., którzy w swojej pracy zaobserwowali dodatkowo, że ćwiczenia wzmacniające mięśnie kończyny dolnej spowodowały poprawę parametrów kinetycznych chodu tj. prędkość, długość kroku oraz jego rytm [25].

W badaniach własnych również zauważono zmiany istotne statystycznie w analizowanych parametrach chodu, szczególnie względem parametru długości kroku w obu badanych grupach. Podobne wyniki otrzymali Marciniak i wsp. [7].

Odnosząc wyniki opisane w literaturze do badań własnych warto zauważyc, że Nordic Walking jest formą treningowo-rehabilitacyjną, która wpływa jednocześnie na gębkość i wytrzymałość, które z kolei wpływają na poprawę koordynacji i równowagi. Potwierdzeniem tej tezy są badanie własne, w których zaobserwowano poprawę szeregu parametrów świadczących o poprawie jakości chodu tj. zwiększenie prędkości chodu, wydłużenie długości kroku, wzrost prędkości wymachu, skrócenie czasu trwania fazy podporu oraz skrócenie czasu trwania podwójnego podporu (Tab. 2).

Wyżej wymienione parametry uległy poprawie w obu badanych grupach, jednak lepsze wyniki parametrów oraz ich istotność statystyczna były znacznie bardziej zauważalne w grupie Nordic Walking.

Włączenie chodzenia, w ramach codziennej rekreacji, może mieć istotny wpływ na proces starzenia i możliwości czynności dnia codziennego. Natomiast brak aktywności fizycznej jest związany z szeregiem zmian inwolucyjnych, a w efekcie ze zmniejszeniem wydolności fizycznej u osób starszych, co wiąże się brakiem stabilności i równowagi, a zatem zwiększa ryzyko upadków.

Wnioski

- Pod względem zdolności funkcjonalnych uzyskanych zarówno w grupie Nordic Walking, jak również w grupie chodu wykazano, że systematyczna aktywność fizyczna wpływa istotnie na poprawę sprawności fizycznej u kobiet w wieku 55+.
- W obu badanych grupach po zastosowaniu 8-tymiesięcznego programu treningowo-rehabilitacyjnego zaobserwowano zwiększenie długości kroku, skrócenie fazy podporu oraz skrócenie fazy podwójnego podporu.

but training NW is 106% as effective [13]. Analysis of the impact of exercise on the parameters of gait suppleness was conducted by Watt et al. and DiBenedetto et al. [22,23]. In these studies they observed primarily a significant increase in stride length and a reduction in pelvic anteversion under the influence of stretching exercise. Krebs et al. 1998 in their study conducted training aimed at strengthening the specific muscle groups of the lower extremities. The authors observed a positive impact of strengthening exercises on the muscle strength and walking speed [24]. Also Persh et al. in their study observed that exercises strengthen the muscles of the lower limb and caused improvement in the kinetic parameters such as gait speed, stride length and cadence [25].

Although in our study there were no significant statistical differences in terms of the step size of the participant parameter, a downward trend was observed in the width of the step, in the participants of both groups, NW and OW. Similar results were obtained by Marciniak et al [7].

When comparing the results described in the literature with our own, it is worth noting that an intense NW walk can be a form of recreation (rehabilitation) one improving flexibility, strength, coordination, and balance [26]. This thesis has been supported by our own research (Tab. 2), in which the observed improvement in a number of parameters is indicative of improving the quality of gait, i.e. an increase in walking speed, stride length, elongation, increase swing speed, shortening the duration of stance phase and shortening the duration of the double stance. The above-mentioned parameters were improved in both groups (NW and OW), but better performance parameters and their statistical significance is much more noticeable in the NW group.

The inclusion of walking within daily recreation can relieve the intense demographic aging of the human body, where no physical activity is associated with a number of changes leading to a reduction in physical fitness observed in the absence of gait stability and an increased risk of falling.

Conclusions

- In terms of the functional capacity obtained in the intensive NW group and OW group mild gait it has been demonstrated that systematic training contributes significantly to the improvement in the physical function of women aged above 58 years.
- Two groups of women subjected to an intense NW and mild OW 8-week training for recreation (rehabilitation) gained an increasing stride length, a shortening of the stance phase and double stance phase.

3. W badanej grupie kobiet uczestniczącej w programie Nordic Walking zauważono znaczną poprawę w zakresie parametrów prędkości chodu, wydłużenia długości oraz szerokości kroku, wzrostu prędkości fazy wymachu oraz skrócenia fazy podporu i podwójnego podporu. Nordic Walking wpłynął korzystnie również na parametry wydolnościowe oraz aktywność mięśni w dolnej części łańcucha kinematycznego.
3. A group of women participating in NW intensive gait training scored a significant increase in walking speed, stride length, elongation, increase swing speed, shortening the duration of the stance phase and of the double stance. Nordic walking activity supports the cardiorespiratory system and activates the muscles of the lower and upper extremities.

Piśmiennictwo / References

1. Birren JE, Schaei KW. Handbook of the physiology of aging. San Diego (CA): Academic Press 1996.
2. Błaszczyk JW, Czerwosz L. Postural stability in the process of aging. Geront Pol 2005; 13 (1): 25-36.
3. Gladman JR. The International Classification of Functioning, Disability and Health and Its Value to Rehabilitation and Geriatric Medicine. J Chin Med Assoc 2008; 71 (6): 275-278.
4. Bober T, Bugajski A. Normal gait and some aspects of gait pathology. Pol J Phys 2006; 6 (4): 267-275.
5. Honeycutt PH, Ramsey P. Factors Contributing to falls in elderly men living in the community. Geriatric Nursing 2002; 23 (5): 250-257.
6. Lord SR, Sturnieks DL. The physiology of falling: assessment and prevention strategies for older people. J Sci Med 2005; 8 (1): 35-42.
7. Marciniak T, Wiszomirska I, Kaczmarczyk K, Kozdroń E. Elders gait analysis using spatiotemporal parameters in aspects of training. Postępy Rehabilitacji 2011; 25 (2): 19-26. doi: 10.2478/rehab-2013-0006.
8. Christmas C, Andersen RA. Exercise and older patients: guidelines for the clinician. J Am Geriatr Soc 2000; 48 (3): 313-324.
9. Heath JM, Stuart MR. Prescribing exercise for frail elders. J Am Board Fam Pract 2002; 15 (3): 218-228.
10. Kostka T, Bogus K. Independent contribution of overweight/obesity and physical inactivity to lower health-related quality of life in community-dwelling older subjects. Arch Gerontol Geriatr 2007; 40 (1): 43-51.
11. Rejeski B, Focht C, Messier S, Morgan T, Pahor M, Pennix B. Obese, older adults with knee osteoarthritis: Weight-loss, exercise, and quality of life. Health Psychology 2002; 21 (5): 419-426.
12. Dudziak D. Influence of the physical activity on morphological and psychological parameters amongst the active and disabled eldest women physically. Postępy Rehabilitacji 2010; 24 (3): 45-50.
13. Figueiredo S, Finch L, Mai J, Ahmed S, Huang A, Mayo NE. Nordic Walking for geriatric rehabilitation: a randomized pilot trial. Disabil Rehabil 2013; 35 (12): 968-975.
14. Church TS, Earnest CP and Morss GM. 2002. Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. Research Quarterly for Exercise and Sport 2002; 73 (3): 296-300.
15. Fritz B, Rombach S, Godau J, Berg D, Horstmann T, Grau S. The influence of Nordic Walking training on sit-to-stand transfer in Parkinson patients. Gait Posture 2011; 34 (2): 234-238. doi: 10.1016/j.gait.2011.05.004.
16. Ornetti P, Maillefert JF, Laroche D, Morisset C, Dougados M, Gossec L. Gait analysis as a quantifiable outcome measure in hip or knee osteoarthritis: A systematic review. Joint Bone Spine 2010; 77 (5): 421-425. doi: 10.1016/j.jbspin.2009.12.009.
17. Pawlak Z, Figaszewski ZA, Gadomski A, Urbaniak W, Oloyede A. The ultra-low friction of the articular surface is pH-dependent and is built on a hydrophobic underlay including a hypothesis on joint lubrication mechanism. Tribol Int 2010; 43 (9): 1719-1725. doi: 10.1016/j.triboint.2010.04.002.
18. Tschentscher M, Niederseer D, Niebauer J. Health Benefits of Nordic Walking. Am J Prevent Med 2013; 44 (1): 76-84. doi: 10.1016/j.ampere.2012.09.043.
19. Rożajska-Kirschke A, Kocur P, Wilk M, Dylewicz P. The Fullerton Fitness Test as an index of fitness in the elderly. Medical Rehabilitation 2006; 10 (2): 9-16.
20. Durmała J, Szewieczek J, Duława J i wsp. Clinical research the functional state of elderly patients qualified to the geriatric physical activity program – preliminary study. Ann Acad Med Siles 2011; 65 (1-2): 7-12.
21. Wiącek M, Hagner W, Hagner-Derengowska M i wsp. Correlation between postural stability and strength of lower body extremities of women population living in long-term care facilities. Arch Gerontol Geriatr 2009; 48 (3): 346-349.
22. DiBenedicto M, Innes KE, Taylor AG, Rodeheaver PF, Boxer JA, Wright Kerrigan C. Effects of a Gentle Iyegnar Yoga Program on Gait in the Elderly: An Exploratory Study. Arch Phys Med Rehabil 2005; 86 (9): 1830-1837.
23. Watt JR, Jackson K, Franz JR, Dicharry J, Della Croce U, Kerrigan DC. Effect of a supervised hip flexor-stretching program on gait in healthy elders. Gait Posture 2009; 30 (10): 36-37.
24. Krebs DE, Jette AM, Assmann SF. Moderate Exercise Improves Gait Stability in Disabled Elders. Arch Phys Med Rehabil 1998; 79 (12): 1489-1495.
25. Persh LA, Urchinowitsh C, Pereira G, Rodacki ALF. Strength training improves fall-related gait kinematics in the elderly. A randomized controlled trial. Clinical Biomechanics 2009; 24 (10): 819-825.
26. Morss GM, Church TS, Earnest CP, Jordan AN. Field test comparing of normal walking versus Nordic Walking. Med Sci Sports Exerc 2001; 33 (5): 23.