

Marta Niwald^{1,2}, Justyna Redlicka^{1,2}, Elżbieta Miller^{1,2}

Received: 05.02.2017
Accepted: 20.03.2017
Published: 31.03.2017

The effects of aerobic training on the functional status, quality of life, the level of fatigue and disability in patients with multiple sclerosis – a preliminary report

Wpływ treningu tlenowego na stan funkcjonalny, jakość życia i zespół zmęczenia u chorych ze stwardnieniem rozsianym – doniesienie wstępne

¹ Department of Physical Medicine, Medical University of Lodz, Lodz, Poland

² Neurorehabilitation Unit, Dr K. Jonscher Municipal Medical Centre, Lodz, Poland

Correspondence: Elżbieta Miller, Department of Physical Medicine, Medical University of Lodz, pl. Hallera 1, 90-647 Łódź, Poland, e-mail: elzbieta.dorota.miller@umed.lodz.pl

¹ Zakład Medycyny Fizycznej, Katedra Rehabilitacji, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, Polska

² Oddział Rehabilitacji Neurologicznej, Miejskie Centrum Medyczne im. dr. Karola Jonschera, Łódź, Polska

Adres do korespondencji: Elżbieta Miller, Zakład Medycyny Fizycznej, Uniwersytet Medyczny w Łodzi, pl. Hallera 1, 90-647 Łódź, e-mail: elzbieta.dorota.miller@umed.lodz.pl

Abstract

Objectives: The aim of this paper was to assess the effects of aerobic training on the quality of life and fatigue in patients with multiple sclerosis. **Material and methods:** A total of 53 patients with known multiple sclerosis (ICD G35.0) who began a standard 4-week rehabilitation programme were included in the study. Patients were divided into two groups: AT (aerobic training) patients ($n = 21$), who additionally underwent training on a lower limb cycle ergometer (three 10-minute sessions per day with an hour interval), and non-AT group of patients ($n = 32$). Life quality assessment based on the WHOQOL-BREF scale (World Health Organization Quality of Life), an assessment of motor impairment based on the Expanded Disability Status Scale by Kurtzke (EDSS) and an assessment of the severity of fatigue using the Fatigue Severity Scale (FSS) were performed at baseline and after four weeks. **Results:** After completing rehabilitation programmes, an improvement in the quality of life was observed both in AT and non-AT group. However, a more significant improvement in the two evaluated aspects, physical ($p = 0.001$ vs. 0.01) and psychological ($p = 0.001$ vs. 0.05), was observed in the AT group. However, no improvement in social terms was observed. There was also a reduction in the severity of fatigue (0.03 for AT group vs. 0.15 for non-AT group). There was no statistically significant improvement in the EDSS score in any of the groups. **Conclusions:** Aerobic training has beneficial effects on the quality of life and the severity of fatigue in patients with multiple sclerosis.

Key words: multiple sclerosis, aerobic training, rehabilitation, quality of life, fatigue syndrome

Streszczenie

Cel pracy: Celem pracy jest ocena wpływu treningu aerobowego na jakość życia i zmęczenie u chorych ze stwardnieniem rozsianym. **Materiał i metody:** Badaniu poddano 53 pacjentów z rozpoznaniem stwardnienia rozsianego (ICD G35.0) rozpoczynających 4-tygodniowy standardowy program kompleksowej rehabilitacji. Uczestników podzielono na dwie grupy: AT (*aerobic training* – trening aerobowy) ($n = 21$) – dodatkowo zastosowano trening aerobowy na cykloergometrze kończyn dolnych (3 razy dziennie po 10 minut z godziną przerwą) – oraz non-AT ($n = 32$), czyli bez treningu aerobowego. W obu grupach w 1. dniu i po 4 tygodniach przeprowadzono badania oceny jakości życia na podstawie skali WHOQOL-BREF (World Health Organization Quality of Life), ocenę niewydolności ruchowej według Rozszerzonej Skali Niewydolności Ruchowej Kurtzkego (Expanded Disability Status Scale, EDSS) i ocenę ciężkości zmęczenia za pomocą Skali Ciężkości Stopnia Zmęczenia/Znużenia (Fatigue Severity Scale, FSS). **Wyniki:** Po zastosowanym treningu ocena jakości życia poprawiła się zarówno w grupie AT, jak i non-AT, jednak bardziej znaczącą poprawę jakości życia w dwóch badanych aspektach zaobserwowano w grupie AT – pod względem fizycznym ($p = 0,001$ vs 0,01) i psychologicznym ($p = 0,001$ vs 0,05).

Nie odnotowano poprawy pod względem socjalnym. Wykazano spadek nasilenia zmęczenia/znużenia – 0,03 (AT) vs 0,15 (non-AT). W żadnej grupie nie wystąpiła istotna statystycznie poprawa w skali EDSS. **Wnioski:** Stwierdzono korzystny wpływ treningu aerobowego na jakość życia oraz nasilenie zmęczenia u chorych na stwardnienie rozsiane.

Słowa kluczowe: stwardnienie rozsiane, trening aerobowy, rehabilitacja, jakość życia, zespół zmęczenia

INTRODUCTION

Multiple sclerosis (MS) is a chronic central nervous system (CNS) disease, in which demyelination occurs as a result of a complex immune-inflammatory process (Miller and Niwald, 2014). Pathological lesions mainly affect myelin sheaths, resulting in axonal damage of varying severity. Disseminated demyelination foci are mainly located in the white brain matter. MS is a progressive disease with periods of exacerbations and remissions as well as multifocal CNS damage. The causes of the disease are not fully understood.

MS is the most common neurological cause of debilitation in young people (Broła *et al.*, 2014; Cendrowski, 1993). Poland is a high risk area for MS, with the prevalence rate of about 110–120 per 100,000 inhabitants. The mean survival time from the onset of MS is 25–35 years. The disease reduces natural survival time by about 6–7 years. This is usually due to complications in the form of progressive neurological symptoms and hypokinesia (Selmaj, 2005). Gradually increasing, irreversible symptoms result in significant and permanent disability. About 15 years after MS onset, 60% of patients are able to walk unassisted, 20% of patients use wheelchairs or other form of help, and 20% are immobilised. MS does not lead to permanent disability in 30% of patients (Kazibutowska, 2008).

Fatigue is one of the main symptoms in most MS patients. About 70–95% of patients consider fatigue to be one of the three most unpleasant manifestations of MS (Janardhan and Bakshi, 2002; Merkelbach *et al.*, 2002; Schapiro, 2005). It is defined as a subjective lack of energy needed to initiate and maintain any type of activity, which is not related to decreased muscle strength or depression (Dworzańska *et al.*, 2009; Losy, 2005). MS-related fatigue differs from physiological tiredness. It is characterised by prolonged duration, lack of improvement after rest or sleep with an accompanying feeling of general weakness (Krajewski *et al.*, 2014). Fatigue affects the quality of life and becomes exacerbated by heat (Broła *et al.*, 2007; Dworzańska *et al.*, 2009; Giovannoni, 2006; Losy, 2005). MS-related fatigue may be generalised (affecting the whole body) or localised (e.g. affecting lower limbs only). The primary-progressive subtype, which is more severe, is more common. It may persist for a longer period of time or only precede exacerbations. The prevalence of fatigue is higher in patients who present with sensory impairment, cerebellar and pyramidal symptoms and significant disability.

The impact of physical training on fatigue in MS patients is not unambiguous. Most clinical trials suggest beneficial effects of aerobic training on the CNS (Opara *et al.*,

WSTĘP

Stwardnienie rozsiane (*multiple sclerosis*, MS) to przewlekła choroba ośrodkowego układu nerwowego (OUN), w której złożony proces immunologiczno-zapalny prowadzi do demielinizacji (Miller i Niwald, 2014). Zmiany patologiczne dotyczą przede wszystkim osłonek mielinowych, towarzyszą temu jednak różnego stopnia uszkodzenia aksonów. Rozsiane ogniska demielinizacji umiejscowione są głównie w istocie białej mózgu. MS charakteryzuje postępujący przebieg, najczęściej z okresami zaostrzeń i remisji oraz wieloogniskowymi uszkodzeniami OUN. Przyczyny choroby nie zostały dotąd do końca poznane.

MS jest najczęstszym neurologicznym powodem niepełnosprawności wśród osób młodych (Broła *et al.*, 2014; Cendrowski, 1993). Polska znajduje się w strefie wysokiego zagrożenia chorobą, współczynnik chorobowości w kraju wynosi około 110–120 na 100 tysięcy mieszkańców. Średni czas przeżycia od momentu zachorowania na MS wynosi 25–35 lat. Choroba skraca naturalny czas przeżycia o około 6–7 lat. Najczęściej jest to spowodowane powikłaniami postępujących objawów neurologicznych oraz hipokinezy (Selmaj, 2005). Stopniowo narastające, nieodwracalne objawy skutkują znaczną i trwałą niepełnosprawnością. Po 15 latach choroby 60% pacjentów chodzi samodzielnie, 20% porusza się na wózku inwalidzkim lub z pomocą, a 20% jest unieruchomionych. U 30% chorych MS nie doprowadza do stałej niepełnosprawności (Kazibutowska, 2008).

W większości przypadków MS do głównych objawów należy zmęczenie: 70–95% pacjentów uważa je za jeden z trzech najbardziej dokuczliwych objawów choroby (Janardhan i Bakshi, 2002; Merkelbach *et al.*, 2002; Schapiro, 2005). Zgodnie z definicją zmęczenie to subiektywne odczucie braku energii potrzebnej do rozpoczęcia i podtrzymania jakiegokolwiek aktywności, niemające jednak związku ze zmniejszeniem siły mięśniowej ani z depresją (Dworzańska *et al.*, 2009; Losy, 2005). Zmęczenie w MS różni się znacznie od zmęczenia fizjologicznego. Charakteryzuje się długim czasem trwania, brakiem poprawy po odpoczynku lub śnie oraz towarzyszącym uczuciem ogólnego osłabienia (Krajewski *et al.*, 2014). Zmęczenie wpływa na jakość życia i nasila się pod wpływem ciepła (Broła *et al.*, 2007; Dworzańska *et al.*, 2009; Giovannoni, 2006; Losy, 2005). W MS zmęczenie może być uogólnione (dotyczące całego ciała) albo lokalne (np. zmęczenie kończyn dolnych). Częściej występuje w postaci pierwotnie postępującej i jest wówczas bardziej nasilone. Może utrzymywać się przez dłuższy okres lub pojawiać się tylko przed rzutem choroby. Częstość występowania zmęczenia jest wyższa u osób, u których

2009; Pasek *et al.*, 2009; Prosperini *et al.*, 2010). There are also publications confirming that endurance, resistance or mixed training reduces the severity of fatigue in MS patients (Cakt *et al.*, 2010; Dalgas *et al.*, 2010; McCullagh *et al.*, 2008; Oken *et al.*, 2004). Kerling *et al.* (2015) showed that endurance and endurance/resistance training reduce fatigue in MS patients. However, some reports do not confirm these beneficial effects (Mostert and Kesselring, 2002; Petajan *et al.*, 1996). Aerobic training (AT), including the so-called walking programmes, treadmill workout, cycle ergometer workout, or any other form of physical activity, such as dancing, is the most recommended type of exercise (Kara *et al.*, 2016). It should be noted that it is important to determine aerobic exercise intensity and duration. According to Zalińska and Olszowska (2015), the training should be done 3 times a week and last 20–30 minutes, with a moderate acceptable level of fatigue.

The aim of this study was to assess the effects of AT on fatigue syndrome, functional status and quality of life in patients with MS.

MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in the Neurorehabilitation Unit at the Dr K. Jonscher Municipal Medical Centre in Lodz (Poland) and included 53 patients with MS (ICD G35.0) diagnosed based on McDonald criteria revised by Polman (2010). The study was approved by the Committee of Bioethics at the Medical University of Lodz (No. RNN/776/14/KB dated November 25, 2014). All patients gave their written consent to participate in the study.

Inclusion criteria were as follows:

- diagnosed MS;
- age >18 years;
- informed consent to participate in the study;
- ability to perform aerobic exercises.

The study enrolled 53 MS patients, who were classified into two groups: AT group ($n = 21$) and non-AT ($n = 32$) group. Both groups underwent complex rehabilitation (120 minutes weekly), including individual exercises, aerobic exercises (AT group only), physical therapy and a preliminary training to determine the individual physical capabilities of each patient. The AT group included 13 women (62%) and 8 men (38%) with mean age of 57.19 ± 7.62 years (between 38 and 74 years). The mean disease duration in this group was 13.9 ± 11.45 years. The EDSS (Expanded Disability Status Scale) scores ranged between 5.0 and 6.5 in both groups. The characteristics of AT and non-AT groups is presented in Tab. 1. All participants were subject to the following procedures:

- physical examination;
- an assessment of the severity of fatigue using the Fatigue Severity Scale (FSS);
- an assessment of physical disability using the EDSS scale;
- an assessment of life quality based on the WHOQOL-BREF (World Health Organization Quality of Life) score (a shortened version of the quality of life questionnaire).

obecne są zaburzenia czucia, objawy mózdkowe i piramidowe oraz znaczna niesprawność.

Ocena wpływu treningu fizycznego na zmęczenie u pacjentów z MS nie jest jednoznaczna. Więcej badań klinicznych sugeruje pozytywny wpływ treningów tlenowych na OUN (Opara *et al.*, 2009; Pasek *et al.*, 2009; Prosperini *et al.*, 2010). Istnieją również publikacje, które potwierdzają, iż trening wytrzymałościowy, oporowy czy mieszany zmniejsza natężenie zmęczenia u pacjentów z MS (Cakt *et al.*, 2010; Dalgas *et al.*, 2010; McCullagh *et al.*, 2008; Oken *et al.*, 2004). Kerling i wsp. (2015) wykazali, że ćwiczenia o charakterze wytrzymałościowym i wytrzymałościowo-oporowym zmniejszają odczucie zmęczenia w MS. Jednak kilka doniesień naukowych nie potwierdza korzystnego wpływu treningu na zmęczenie (Mostert i Kesselring, 2002; Petajan *et al.*, 1996). Najczęściej zalecanym rodzajem ćwiczeń jest trening aerobowy (*aerobic training*, AT): tzw. *walking programs*, ćwiczenia na bieżni ruchomej, cykloergometrze lub jakakolwiek inna aktywność fizyczna, przykładowo taniec (Kara *et al.*, 2016). Ważnym elementem, na który warto zwrócić uwagę, jest ustalenie czasu oraz intensywności AT. Według Zalińskiej i Olszowskiej (2015) trening powinien być prowadzony 3 razy w tygodniu i trwać każdorazowo około 20–30 minut, a dopuszczalny poziom odczuwanego zmęczenia to umiarkowany.

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu AT na zespół zmęczenia, stan funkcjonalny i jakość życia w grupie chorych z MS.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w ramach Oddziału Rehabilitacji Neurologicznej Miejskiego Centrum Medycznego

	AT ($n = 21$)	Non-AT ($n = 32$)
Females (n) <i>Kobiety (n)</i>	62	65
Myorelaxation therapy (tizanidine, baclofen) (n) <i>Leczenie miorelaksacyjne (tizanidyna, baklofen) (n)</i>	10	15
Age (years) <i>Wiek (lata)</i>	57.19 ± 7.62	59.7 ± 4.2
Antidepressant therapy (tianeptine, sertraline, fluoxetine) (n) <i>Leczenie przeciwdepresyjne (tianeptyna, sertralina, fluoksetyna) (n)</i>	8	6
Immunomodulatory therapy (n) <i>Leczenie immunomodulujące (n)</i>	10	17
Interferon β <i>Interferon β</i>	9	15
Glatiramer acetate <i>Octan glatirameru</i>	1	2
Disease duration (years) <i>Czas trwania choroby (lata)</i>	13.9 ± 11.45	12.2 ± 10.5
BMI (kg/m^2) <i>BMI (kg/m^2)</i>	21.8 ± 2.5	21.3 ± 2.6

Tab. 1. A characteristics of MS patients included in the study
 Tab. 1. Charakterystyka chorych z MS biorących udział w badaniu

The above listed procedures were performed twice, at baseline and 4 weeks later, after completion of the training cycle. AT patients performed cycle ergometer (Kettler RX 7) workout 5 times a week, 3 times a day for 10 minutes at 60-minute intervals. The initial load was 25 W/min. The load was increased by 12.5 W/min; each training session began and ended with a 15-minute warm-up. AT was tailored to the patient's individual capabilities based on fatigue scale (Drabik, 1996). Total perceptible load and fatigue were taken into account during the study.

The obtained results were analysed statistically using Statistica 6.0. The arithmetic mean (\bar{x}) and median, as average measures, as well as a measure of variation – standard deviation (SD) were calculated for measurable features. Median and quartile deviation were used for the description of parameters due to the distributions of attributes, which significantly deviated from the normal distribution. All continuous variables were analysed in terms of normality of distributions using the Kolmogorov–Smirnov test. The Student's t -test for normal distribution was used to evaluate statistical differences between continuous variables, the ANOVA one-way test was used if the distribution of values deviated from normal, while non-parametric tests were used if the number of attempts was less than 10. A value of $p < 0.05$ was considered to be statistically significant.

RESULTS

Fatigue was evaluated based on a self-assessment questionnaire using the FSS. The mean fatigue value in the study group was 4.90 prior to AT and 4.02 after training (Tab. 1). In the non-AT group, the initial score of 5.1 decreased to 4.9. The difference was more statistically significant for the AT group ($p = 0.032$) compared to the non-AT group ($p = 0.15$) (Tab. 2).

The quality of life and psychosocial functioning of MS patients were assessed based on the WHOQOL-BREF scale (a shortened version of the quality of life questionnaire according to Wołowicka and Jaracz). Patients' answers were transformed in accordance with the guidelines, and then systematised into four subgroups to evaluate the quality of life in four aspects: physical efficiency, mental state, social functioning and environmental functioning. Detailed results of the assessment of the quality of life in MS patients prior to and after AT as well as a comparative analysis are presented in Tab. 2. A statistically significant improvement in physical and mental efficiency was shown in the AT group after an aerobic training cycle ($p < 0.001$). In the non-AT group, the improvement in quality of life was significantly higher in the physical ($p = 0.001$) rather than mental aspect ($p = 0.05$). Also, a statistically significant improvement in the environmental functioning of patients from both study groups was observed ($p = 0.03$). No difference was observed in relation to social functioning of MS patients in either AT or non-AT group ($p = 0.135$ vs. 0.19).

im. dr. Karola Jonschera w Łodzi wśród 53 osób z rozpoznaniem MS (ICD G35.0), postawionym na podstawie kryteriów McDonalda w modyfikacji Polmana (2010). Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetyki Uniwersytetu Medycznego w Łodzi – nr RNN/776/14/KB z dnia 25.11.2014 r. Wszyscy pacjenci podczas pierwszej wizyty wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniu.

Kryteriami decydującymi o włączeniu do badania były:

- rozpoznanie MS;
- wiek powyżej 18 lat;
- świadoma zgoda pacjenta na przeprowadzenie badania;
- możliwość aktywnego wykonywania ćwiczeń aerobowych.

Ogółem zakwalifikowano 53 chorych z MS, których losowo przydzielono do dwóch grup: AT ($n = 21$) i non-AT ($n = 32$). Obie grupy: AT i non-AT zostały poddane kompleksowej rehabilitacji (120 minut/dzień), która obejmowała ćwiczenia indywidualne, aerobowe (tylko grupa AT), fizyoterapię i trening poznawczy dostosowane do indywidualnych możliwości chorego. W grupie AT znajdowało się 13 kobiet (62%) i 8 mężczyzn (38%) o średniej wieku $57,19 \pm 7,62$ roku (od 38 do 74 lat). Średni czas trwania choroby wynosił w tej grupie $13,9 \pm 11,45$ roku. Ocena sprawności ruchowej w Rozszerzonej Skali Niewydolności Ruchowej Kurtzkiego (Expanded Disability Status Scale, EDSS) mieściła się w zakresie 5,0–6,5 w obu grupach. Charakterystyka grup AT i non-AT została zaprezentowana w tab. 1.

Wszyscy pacjenci zakwalifikowani do badania zostali poddani następującym procedurom:

- badanie lekarskie;
- ocena ciężkości zmęczenia przy użyciu Skali Ciężkości Stopnia Zmęczenia/Znużenia (Fatigue Severity Scale, FSS);
- ocena niewydolności ruchowej z wykorzystaniem EDSS;
- ocena jakości życia za pomocą skali WHOQOL-BREF (World Health Organization Quality of Life) (skrócona wersja ankiety oceniającej jakość życia).

Chorych z obu grup badano w ten sposób dwukrotnie: na początku treningu oraz 4 tygodnie później, po zakończeniu cyklu. Pacjenci z grupy AT 5 razy w tygodniu wykonywali ćwiczenia na cykloergometrze kończyn dolnych (Kettler RX 7) – 3 razy dziennie przez 10 minut, z 60-minutowymi przerwami. Trening rozpoczynano od obciążenia 25 W/min. Obciążenie było podwyższane o 12,5 W/min, każdy trening zaczynał się i kończył 15-minutową rozgrzewką. AT był dostosowany do indywidualnych możliwości chorego na podstawie skali odczuwalnego zmęczenia (Drabik, 1996). W badaniu brano po uwagę całkowitą odczuwalną wielkość obciążenia i zmęczenia.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu Statistica 6.0. Dla cech mierzalnych obliczono średnią arytmetyczną (\bar{x}) i medianę – jako miary przeciętne, a także miarę zróżnicowania – odchylenie standardowe (SD). Medianę i odchylenie ćwiartkowe stosowano w opisie parametrów z uwagi na rozkłady cech, które istotnie odbiegały od rozkładu normalnego. Wszystkie zmienne ciągłe były analizowane pod względem normalności rozkładów testem Kołmogorowa–Smirnowa. Do sprawdzenia różnic statystycznych

Furthermore, as regards the assessment of the quality of life, a separate comparative analysis was performed for question 1, which included an overall assessment of quality of life, and question 2, which assessed health satisfaction (Tab. 2). Before AT, most patients (48%) described their life quality as neither good nor poor. After a training cycle, 81% of subjects described their quality of life as good. Before training, 43% of patients were dissatisfied with their health status. The same proportion of patients declared that they were neither satisfied nor dissatisfied. After training, most patients (52%) reported that they were satisfied with their health status. Statistical analysis revealed a significant improvement in the overall quality of life and health satisfaction in MS patients who completed AT training programme.

No differences were observed in the neurological status assessed based on the Kurtzke EDSS scale in either of the groups. The mean score decreased after training, however, the difference was not statistically significant in either the AT group ($p = 0.226$) or the non-AT group ($p = 0.356$)

DISCUSSION

We used aerobic training as an additional form of activity in MS patients to supplement a standard rehabilitation programme tailored to individual patient's needs. Available clinical trials indicate that physical training has beneficial effects on muscular strength, aerobic capacity, balance and quality of life as well as that it reduces fatigue in patients with MS (Beer *et al.*, 2012; Motl and Pilutti, 2012). Our study showed that

między zmiennymi ciągłymi zastosowano test *t*-Studenta w przypadku rozkładów normalnych, test one-way ANOVA, jeśli rozkład wartości odbiegał od rozkładu normalnego, oraz testy nieparametryczne, gdy liczba prób była mniejsza od 10. Jako poziom istotności statystycznej przyjęto $p < 0,05$.

WYNIKI

Zmęczenie badano za pomocą kwestionariusza samooceny – z wykorzystaniem FSS. Średnia wartość zmęczenia przed AT wynosiła w badanej grupie 4,90, a po treningu zmniejszyła się do 4,02 (tab. 1). W grupie non-AT wstępny wynik 5,1 uległ obniżeniu do 4,9. Różnica była bardziej znacząca statystycznie w przypadku grupy AT ($p = 0,032$) w porównaniu z non-AT ($p = 0,15$) (tab. 2).

Oceny jakości życia i funkcjonowania psychospołecznego pacjentów z MS dokonano przy użyciu skali WHOQOL-BREF (skrócona wersja ankiety oceniającej jakość życia według Wołowickiej i Jaracz). Uzyskane od pacjentów odpowiedzi na pytania zostały przekształcone zgodnie z zaleceniami, a następnie usystematyzowane w cztery podgrupy, umożliwiające ocenę jakości życia w czterech aspektach: sprawność fizyczna, stan psychiczny, funkcjonowanie socjalne oraz funkcjonowanie w środowisku. Szczegółowe wyniki oceny jakości życia pacjentów z MS przed AT i po nim oraz analizę porównawczą przedstawiono w tab. 2. Wykazano istotną statystycznie poprawę sprawności fizycznej i psychicznej w grupie AT po cyklu ćwiczeń aerobowych ($p < 0,001$). W grupie non-AT poprawa jakości życia

	AT (n = 21)							Non-AT (n = 32)				
	Before <i>Przed</i>			After <i>Po</i>				Before <i>Przed</i>		After <i>Po</i>		
	x	SD	M	x	SD	M	p	x	SD	x	SD	p
WHOQOL – physical aspect <i>WHOQOL – aspekt fizyczny</i>	20.05	3.58	19.0	23.1	2.83	23.0	0.001	19.5	2.9	21.1	2.5	0.01
WHOQOL – psychological aspect <i>WHOQOL – aspekt psychologiczny</i>	18.05	3.67	18.0	21.7	3.13	21.2	0.001	17.6	3.2	18.2	1.7	0.05
WHOQOL – social aspect <i>WHOQOL – aspekt socjalny</i>	9.81	2.04	10.0	10.71	1.79	11.0	0.135	10.2	3.1	10.5	1.6	0.19
WHOQOL – environmental aspect <i>WHOQOL – aspekt środowiskowy</i>	23.76	4.15	24.0	26.57	3.78	26.0	0.03	24.85	5.2	25.1	3.97	0.03
Question 1 <i>Pytanie 1.</i>	3.14	0.72	3.0	3,76	0.54	4.0	0.003	2.87	0.97	2.72	0.67	0.01
Question 2 <i>Pytanie 2.</i>	2.57	0.75	3.0	3,43	0.68	4.0	0.001	2.63	0.76	2.72	0.81	0.01
FSS	4.9	1.46	5.56	4,02	1.43	4.22	0.032	5.1	1.54	4.9	1.24	0.15
EDSS	6.33	0.91	6.5	5,98	0.97	6.00	0.226	6.2	1.1	6.19	1.13	0.356

WHOQOL-BREF – World Health Organization Quality of Life – a shortened version of the quality of life questionnaire; **FSS** – Fatigue Severity Scale; **EDSS** – Expanded Disability Status Scale.
 Question 1 refers to the overall quality of life assessment. Question 2 evaluates general satisfaction with health.
 WHOQOL-BREF – World Health Organization Quality of Life – skrócona wersja ankiety oceniającej jakość życia; FSS – Fatigue Severity Scale – Skala Ciężkości Stopnia Zmęczenia/Znużenia;
 EDSS – Expanded Disability Status Scale – Rozszerzona Skala Niewydolności Ruchowej Kurtzkiego.
 Pytanie 1. dotyczy ogólnej oceny jakości życia. Pytanie 2. ocenia ogólne zadowolenie ze stanu zdrowia.

Tab. 2. The effects of rehabilitation on life quality, functional status and fatigue syndrome in aerobic training (AT) and non-aerobic training (non-AT) patients with MS

Tab. 2. Wpływ kompleksowej rehabilitacji na jakość życia, stan funkcjonalny oraz zespół zmęczenia u pacjentów z MS uczestniczących w treningu aerobowym (AT) oraz nieuczestniczących w treningu aerobowym (non-AT)

a 30-minute aerobic training led to an improvement in life quality; the training had direct effects on patients' well-being and facilitated self-care activities. Aerobic exercises seem to be a promising tool in the rehabilitation of MS patients as they may have effects on the maximum aerobic capacity (Petajan *et al.*, 1996) as well as everyday physical activity (Romberg *et al.*, 2004). Exercises using a lower limb cycle ergometer are the most common form of AT in patients with MS. This type of training strengthens the weakened muscles and has beneficial effects on the ability to move about. Treadmill training is also used; however, the type of physical activity is always tailored to the patient (Motl and Pilutti, 2012).

Motl *et al.* (2013) investigated the relationship between the level of activity, a subjective assessment of physical performance as well as life quality in MS patients experiencing exacerbations and remissions. The authors demonstrated that physical activity and a subjective self-assessment of physical performance were factors likely to improve life quality. A number of clinical trials have shown that even a short and moderately intense physical training has beneficial effects on patients' quality of life assessed based on the SF-36 questionnaire (Bjarnadottir *et al.*, 2007; Kerling *et al.*, 2015; Mostert and Kesselring, 2002). Drewniak and Śliwka (2013) showed that the quality of life in MS patients is affected by disease duration and their functional status. Physical fitness is also important for the quality of human life (Pfenning *et al.*, 1999). Samaei *et al.* (2016) showed significant effects of treadmill walking on the efficiency and balance in MS patients. A total of 34 patients included in this study underwent training, which involved 30-minute walks uphill and downhill 3 times a week. Kerling *et al.* (2015) found positive effects of endurance and endurance/resistance training on decreased fatigue in MS patients. Furthermore, it was demonstrated that AT improves physical efficiency without triggering exacerbation in patients meeting the qualification criteria. The training should last several weeks, preferably several months (Dalgas *et al.*, 2010). Although our research as well as other authors' studies showed no significant effects of physical training on decreased motor disability assessed using the EDSS score (Bjarnadottir *et al.*, 2007; Kerling *et al.*, 2015; Somerset *et al.*, 2002), Golzari *et al.* (2010) reported a significant decrease in EDSS score after an 8-week training programme among women with MS.

Our study and a number of recent clinical trials indicate high efficacy and significant effects of regular AT-based rehabilitation on the quality of life and prolonged everyday and occupational activity of MS patients, even in the absence of a significant functional improvement.

CONCLUSIONS

Our study has shown beneficial effects of aerobic training on the quality of life and fatigue in patients with MS. A complex therapy combining pharmacological treatment with physical activity and physical interventions, which is tailored to patients' health status, is currently an essential

element of MS therapy. była znacząco wyższa w aspekcie fizycznym ($p = 0,001$) niż psychicznym ($p = 0,05$). Stwierdzono również istotną statystycznie poprawę funkcjonowania pacjentów z obu badanych grup w środowisku ($p = 0,03$). Nie zaobserwowano różnicy w funkcjonowaniu socjalnym pacjentów z MS – ani w grupie AT, ani w grupie non-AT ($p = 0,135$ vs $0,19$).

Ponadto w odniesieniu do oceny jakości życia przeprowadzono analizę porównawczą oddzielnie dla pytania 1., które dotyczy ogólnej oceny jakości życia, oraz dla pytania 2., oceniającego zadowolenie ze stanu zdrowia (tab. 2). Przed AT największą chorych oceniło swoją jakość życia jako ani dobrą, ani złą – takiej odpowiedzi udzieliło 48% osób. Po cyklu treningowym 81% badanych określiło swoją jakość życia jako dobrą. Przed treningiem 43% badanych było niezadowolonych z własnego stanu zdrowia. Tyle samo pacjentów deklaroowało, że nie są ani zadowoleni, ani niezadowoleni. Po treningu największą (52%) osób zgłaszało, iż są zadowoleni ze swojego stanu zdrowia. Analiza statystyczna pokazała istotną poprawę w ocenie ogólnej jakości życia oraz zadowolenia ze stanu zdrowia dokonywanej przez pacjentów z MS po zakończeniu programu rehabilitacji wraz z AT.

W żadnej grupie nie zaobserwowano różnicy w stanie neurologicznym ocenianym na podstawie skali EDSS Kurtzkego. Średnia punktacja zmniejszyła się po treningu, jednak różnica ta nie była istotna statystycznie ani w grupie AT ($p = 0,226$), ani non-AT ($p = 0,356$) (tab. 2).

OMÓWIENIE

Autorzy zastosowali AT jako dodatkową formę aktywności chorych z MS, o którą uzupełniono standardowy program rehabilitacji dostosowany do potrzeb pacjenta. Z dostępnych badań klinicznych wynika, iż trening fizyczny wpływa korzystnie na siłę mięśniową, wydolność tlenową, równowagę i jakość życia, a także zmniejsza odczucie zmęczenia u osób cierpiących na MS (Beer *et al.*, 2012; Motl i Pilutti, 2012). W przedstawionym badaniu autorskim skutek 30-minutowego AT poprawiła się ocena jakości życia – trening wpływał bezpośrednio na samopoczucie i ułatwiał wykonywanie czynności związanych z samoobsługą. Ćwiczenia aerobowe wydają się obiecującym narzędziem w rehabilitacji chorych z MS, mogą bowiem wpłynąć na maksymalną wydolność tlenową (Petajan *et al.*, 1996) i codzienną aktywność fizyczną (Romberg *et al.*, 2004). Formą AT, którą najczęściej wykorzystuje się w rehabilitacji pacjentów z MS, są ćwiczenia na ergometrze kończyn dolnych. Trening ten wzmacnia osłabione mięśnie oraz wpływa korzystnie na możliwość poruszania się. Stosuje się także trening na bieżni ruchomej, jednak rodzaj aktywności fizycznej jest zawsze dobierany indywidualnie do potrzeb danej osoby (Motl i Pilutti, 2012).

Motl i wsp. (2013) badali zależność między poziomem aktywności, subiektywną oceną wydolności fizycznej oraz jakością życia u chorych z MS, u których występowała postać z rzutami i remisjami. Autorzy ci wykazali, iż czynnikami, które mogą poprawić jakość życia, są podejmowana aktywność fizyczna i subiektywna ocena własnej

Conflict of interest

The authors do not report any financial or personal connections with other persons or organizations, which might negatively affect the contents of this publication and/or claim authorship rights to this publication.

Funding/Support and role of the sponsor

This paper was financed within a grant for Young Scientists of the Medical University of Lodz – No. 502-03/5-127-05/502-54-174.

References / Piśmiennictwo

- Beer S, Khan F, Kesselring J: Rehabilitation interventions in multiple sclerosis: an overview. *J Neurol* 2012; 259: 1994–2008.
- Bjarnadottir OH, Konradsdottir AD, Reynisdottir K *et al.*: Multiple sclerosis and brief moderate exercise. A randomised study. *Mult Scler* 2007; 13: 776–782.
- Brola W, Fudala M, Flaga S: Rejestr chorych ze stwardnieniem rozsianym. *MS Report* 2014; 3: 8–15.
- Brola W, Ziomek M, Czernicki J: Zespół zmęczenia w przewlekłych chorobach neurologicznych. *Neurol Neurochir Pol* 2007; 41: 340–349.
- Cakt BD, Nacir B, Genç H *et al.*: Cycling progressive resistance training for people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil* 2010; 89: 446–457.
- Cendrowski W: Stwardnienie rozsiane. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1993.
- Dalgas U, Stenager E, Jacobsen J *et al.*: Muscle fiber size increases following resistance training in multiple sclerosis. *Mult Scler* 2010; 16: 1367–1376.
- Drabik J: Aktywność fizyczna w treningu zdrowotnym osób dorosłych. Część II. AWFIS Gdańsk, 1996.
- Drewniak A, Śliwka A: Ocena jakości życia oraz stanu funkcjonalnego chorych na stwardnienie rozsiane. *Rehabil Med* 2013; 17: 11–17.
- Dworzańska E, Mitosek-Szewczyk K, Stelmasiak Z: Zespół zmęczenia w stwardnieniu rozsianym. *Neurol Neurochir Pol* 2009; 43: 71–76.
- Giovannoni G: Multiple sclerosis related fatigue. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006; 77: 2–3.
- Golzari Z, Shabkhiz F, Soudi S *et al.*: Combined exercise training reduces IFN- γ and IL-17 levels in the plasma and the supernatant of peripheral blood mononuclear cells in women with multiple sclerosis. *Int Immunopharmacol* 2010; 10: 1415–1419.
- Janardhan V, Bakshi R: Quality of life in patients with multiple sclerosis: the impact of fatigue and depression. *J Neurol Sci* 2002; 205: 51–58.
- Kara B, Küçük F, Poyraz EC *et al.*: Different types of exercise in multiple sclerosis: aerobic exercise or pilates, a single-blind clinical study. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2016. DOI: 10.3233/BMR-150515.
- Kazibutowska Z: Diagnostyka, rokowanie i leczenie w stwardnieniu rozsianym w kontekście zagadnień rehabilitacji. *Pol Przegl Neurol* 2008; 4 (supl. A): 46–47.
- Kerling A, Keweloh K, Tegtbur U *et al.*: Effects of a short physical exercise intervention on patients with multiple sclerosis (MS). *Int J Mol Sci* 2015; 16: 15761–15775.
- Krajewski S, Dobek A, Zawadka-Kunikowska M *et al.*: Zespół przewlekłego zmęczenia problem osób chorych na stwardnienie rozsiane. *Hygeia Public Health* 2014; 49: 519–525.
- Losy J: Zmęczenie w stwardnieniu rozsianym. *Farmakoter Psych Neurol* 2005; 3: 279–282.
- McCullagh R, Fitzgerald AP, Murphy RP *et al.*: Long-term benefits of exercising on quality of life and fatigue in multiple sclerosis patients with mild disability: a pilot study. *Clin Rehabil* 2008; 22: 206–214.
- Merkelbach S, Sittinger H, Koenig J: Is there a differential impact of fatigue and physical disability on quality of life in multiple sclerosis? *J Nerv Ment Dis* 2002; 190: 388–393.
- Miller E, Niwald M: Novel physiotherapy approach for multiple sclerosis. *J Nov Physiother* 2014; 4: 1–5.

wydolności. Jak wynika z wielu badań klinicznych, nawet krótki i umiarkowany trening fizyczny ma pozytywny wpływ na jakość życia chorych ocenianą według kwestionariusza SF-36 (Bjarnadottir *et al.*, 2007; Kerling *et al.*, 2015; Mostert i Kesselring, 2002). Drewniak i Śliwka (2013) wykazali, że na jakość życia pacjentów z MS wpływają czas trwania choroby i poziom stanu funkcjonalnego. Sprawność fizyczna ma duże znaczenie dla jakości życia człowieka (Pfenning *et al.*, 1999). Samaei i wsp. (2016) wykazali istotny wpływ chodzenia po bieżni na wydolność i równowagę chorych z MS. W badaniu tym 34 pacjentów zostały poddanych treningowi opartemu na chodzeniu pod górkę i z górki 3 razy w tygodniu po 30 minut. Z kolei Kerling i wsp. (2015) stwierdzili pozytywny wpływ treningu wytrzymałościowego i wytrzymałościowo-oporowego na zmniejszenie odczucia zmęczenia w MS. Ponadto wykazano, iż AT przy spełnionych kryteriach kwalifikacji poprawia wydolność pacjentów, nie powodując rzutu choroby. Trening ten powinien trwać kilka tygodni, a najlepiej – miesięcy (Dalgas *et al.*, 2010). W badaniach autorskich i przeprowadzonych przez innych naukowców nie stwierdzono istotnego wpływu treningu fizycznego na zmniejszenie niesprawności ruchowej oceniane w skali EDSS (Bjarnadottir *et al.*, 2007; Kerling *et al.*, 2015; Somerset *et al.*, 2002), aczkolwiek Golzari i wsp. (2010) odnotowali znaczący spadek punktacji w EDSS po 8-tygodniowym treningu przeprowadzonym wśród kobiet z MS. Badania autorskie i szereg badań klinicznych z ostatnich lat sugerują dużą skuteczność i znamieny wpływ systematycznie prowadzonej rehabilitacji opartej na AT na jakość życia oraz wydłużenie aktywności życiowej i zawodowej osób z MS, nawet przy braku znacznej poprawy funkcjonalnej.

WNIOSKI

Wyniki badania wskazują na korzystny wpływ treningu aerobowego na jakość życia i zmęczenie u pacjentów z MS. Kompleksowa terapia łącząca leczenie farmakologiczne z aktywnością fizyczną i zabiegami fizykalnymi – indywidualnie dostosowana do stanu pacjenta – jest obecnie bardzo ważnym elementem leczenia MS.

Konflikt interesów

Autorki nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpływać na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Źródło finansowania

Praca została sfinansowana z grantu Młodych Naukowców Uniwersytetu Medycznego w Łodzi o numerze: 502-03/5-127-05/502-54-174.

- Mostert S, Kesselring J: Effects of a short-term exercise training program on aerobic fitness, fatigue, health perception and activity level of subjects with multiple sclerosis. *Mult Scler* 2002; 8: 161–168.
- Motl RW, Pilutti LA: The benefits of exercise training in multiple sclerosis. *Nat Rev Neurol* 2012; 8: 487–497.
- Motl RW, McAuley E, Wynn D *et al.*: Physical activity, self-efficacy, and health-related quality of life in persons with multiple sclerosis: analysis of associations between individual-level changes over one year. *Qual Life Res* 2013; 22: 253–261.
- Oken BS, Kishiyama S, Zajdel D *et al.*: Randomized controlled trial of yoga and exercise in multiple sclerosis. *Neurology* 2004; 62: 2058–2064.
- Opara J, Szwejkowski W, Broła W: Aktualne kierunki rehabilitacji w stwardnieniu rozsianym. *Aktualn Neurol* 2009; 9: 140–146.
- Pasek J, Opara J, Pasek T *et al.*: Rehabilitacja w stwardnieniu rozsianym – wyzwanie współczesnej medycyny. *Aktualn Neurol* 2009; 9: 272–276.
- Petajan JH, Gappmaier E, White AT *et al.*: Impact of aerobic training on fitness and quality of life in multiple sclerosis. *Ann Neurol* 1996; 39: 432–441.
- Pfennings L, Cohen L, Adèr H *et al.*: Exploring differences between subgroups of multiple sclerosis patients in health-related quality of life. *J Neurol* 1999; 246: 587–591.
- Prosperini L, Leonardi L, De Carli P *et al.*: Visuo-proprioceptive training reduces risk of falls in patients with multiple sclerosis. *Mult Scler* 2010; 16: 491–499.
- Romberg A, Virtanen A, Ruutiainen J *et al.*: Effects of a 6-month exercise program on patients with multiple sclerosis: a randomized study. *Neurology* 2004; 63: 2034–2038.
- Samaei A, Bakhtiary AH, Hajihassani A *et al.*: Uphill and downhill walking in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Int J MS Care* 2016; 18: 34–41.
- Schapiro RT: Managing symptoms of multiple sclerosis. *Neurol Clin* 2005; 23: 177–187.
- Selmaj K: Stwardnienie rozsiane – kryteria diagnostyczne i naturalny przebieg choroby. *Pol Przegl Neurol* 2005; 1: 99–105.
- Somerset M, Sharp D, Campbell R: Multiple sclerosis and quality of life: a qualitative investigation. *J. Health Serv Res Policy* 2002; 7: 151–159.
- Zalińska K, Olszowska K: Program rehabilitacji w stwardnieniu rozsianym. *Praktyczna Fizjoterapia i Rehabilitacja* 2015; 17: 51.

Zasady prenumeraty kwartalnika „Aktualności Neurologiczne”

(“Current Neurology”)

1. Prenumeratę można rozpocząć od dowolnego numeru pisma. Prenumerujący otrzyma zamówione numery kwartalnika pocztą na podany adres.
2. Pojedynczy egzemplarz kwartalnika kosztuje 25 zł. Przy zamówieniu rocznej prenumeraty (4 kolejne numery) koszt całorocznej prenumeraty wynosi 80 zł.
3. Istnieje możliwość zamówienia numerów archiwalnych (do wyczerpania nakładu). Cena numeru archiwalnego – 25 zł.
4. Zamówienie można złożyć:
 - Wypełniając załączony blankiet i dokonując wpłaty w banku lub na pocztę.
 - Dokonując przelewu z własnego konta bankowego (ROR) – wpłaty należy kierować na konto: Medical Communications Sp. z o.o., ul. Powsińska 34, 02-903 Warszawa Deutsche Bank PBC SA 42 1910 1048 2215 9954 5473 0001 Prosimy o podanie dokładnych danych imiennych i adresowych. W tytule przelewu proszę wpisać: „Prenumerata AN”.
 - Drogą mailową: redakcja@neurologia.com.pl.
 - Telefonicznie: 22 651 97 83.
 - Wypełniając formularz prenumeraty zamieszczony na stronie www.neurologia.com.pl/index.php/prenumerata-wersji-drukowanej.
5. Zamawiający, którzy chcą otrzymać fakturę VAT, proszeni są o kontakt z redakcją.

Rules of subscription to the quarterly “Aktualności Neurologiczne”

(“Current Neurology”)

1. Subscription may begin at any time. Subscribers will receive ordered volumes of the journal to the address provided.
2. A single volume of the quarterly costs 8 EUR. The cost of annual subscription (4 consecutive volumes) is 30 EUR.
3. Archival volumes may be ordered at a price of 8 EUR per volume until the stock lasts.
4. Orders may be placed by making a money transfer from own bank account – payments should be made payable to: Account Name: Medical Communications Sp. z o.o. Bank Name: Deutsche Bank PBC SA Bank Address: 02-903 Warszawa, ul. Powsińska 42/44 Account number: 15 1910 1048 2215 9954 5473 0002 SWIFT Code/IBAN: DEUTPLPK Please provide a precise address and nominative data.
5. The order should be send via e-mail at: redakcja@neurologia.com.pl.