

## **STRESZCZENIE**

**Tytuł:** Wpływ intensywnego treningu interwałowego na kontrolę ruchu u osób chorych na chorobę Parkinsona

**Słowa kluczowe:** choroba Parkinsona, bradykinezja, intensywny trening interwałowy, analiza kształtu iglic, elektromiografia, kontrola czynności oburęcznych

**Wstęp:** Zastosowanie intensywnego treningu aerobowego w terapii i prewencji chorób neurodegeneracyjnych, w tym choroby Parkinsona (PD) budzi coraz większe zainteresowanie naukowców. W dotychczas opublikowanych pracach wykazano m.in. jego wpływ na wzrost poziomu czynników neurotroficznych we krwi, co może oznaczać zwiększenie jego znaczenia dla plastyczności układu nerwowego. W badaniach z udziałem osób PD na skutek intensywnego treningu aerobowego odnotowano złagodzenie symptomów choroby wyrażone w poprawie wyników oceny według ujednoczonej skali oceny choroby Parkinsona (UPDRS – Unified Parkinson's Disease Scale), poprawę parametrów czasowo-siłowych w czynnościach oburęcznych. Ponadto dowiedziono, że trening fizyczny w formie intensywnego treningu interwałowego (ITI) jest dla osób trenujących bardziej przyjemny niż trening w formie ciągłej, a także powoduje większy wyrzut czynników neurotroficznych do krwi, co czyni go szczególnie atrakcyjnym w zastosowaniu w treningu osób starszych. Według naszej wiedzy nie zbadano dotychczas wpływu ITI na zmiany sterowania ruchem na poziomie rdzeniowym szczególnie w aspekcie strategii aktywacji jednostek motorycznych i jej efektu w postaci zdolności do generowania siły. Szczególnie interesujący jest tu aspekt czynności oburęcznych wykonywanych przeciw fazie, które sprawiają dużo trudności osobom z PD. Dlatego też celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu 8-tygodniowego intensywnego treningu interwałowego na cykloergometrze rowerowym na mechanizmy sterowania ruchem oraz symptomy ruchowe u pacjentów chorujących na chorobę Parkinsona. Postawiono następujące hipotezy badawcze. W grupie trenowanej (TR) osób chorujących na PD udział w 8-tygodniowym cyklu ITI spowoduje: 1) poprawę sterowania ruchem podczas wykonywania czynności oburęcznych chwytnych, co będzie odzwierciedlone w parametrach siły; 2) poprawę strategii aktywacji jednostek motorycznych (rekrutacja, częstotliwość pobudzeń i synchronizacja), co będzie odzwierciedlone w zmianach parametrów elektromiograficznych; 3) złagodzenie objawów bradykinezji kończyn górnych oraz zmniejszenie

punktów w klinicznej ocenie symptomów ruchowych według skali UPDRS. W grupie kontrolnej (K) osób chorujących na PD ale nie poddanych 8-tygodniowemu cyklowi ITI, parametry siły, EMG i parametry kliniczne nie ulegną zmianie lub nastąpi ich pogorszenie.

**Metody:** W badaniu wzięły udział 22 osoby z PD, które podzielono na dwie grupy: poddaną cyklowi treningowemu ITI grupę trenowaną (TR, n=11) i grupę kontrolną (K, n=11), nie uczestniczącą w cyklu treningowym. Osoby z grupy TR wzięły udział w 8-tygodniowym cyklu treningowym (3 x w tygodniu, w sumie 24 sesje treningowe) ITI na cykloergometrze rowerowym. Każda sesje treningowa trwała 1 godzinę i składała się z trzech faz pedałowania: (i) 10-minutowej rozgrzewki (swobodne pedałowanie bez narzuconego tempa, nie szybciej niż 50 obrotów na minutę [rpm]), (ii) 40-minutowej części głównej w formie wysiłku interwałowego (8 serii składających się z 3-minutowego szybkiego pedałowania - 60-90 rpm oraz 2-minutowej fazy wolnego pedałowania - 50-60 rpm) oraz (iii) 10-minutowego wyciszenia (swobodne pedałowanie, w celu powrotu tętna do wartości spoczynkowych). W czasie treningu badani byli w farmakologicznej fazie ON działania leków przeciw-parkinsonowskich. Intensywność treningu zwiększana była co drugi tydzień o 5% HR max (z poziomu 60% HRmax w tygodniu 1-2 do 75% HRmax w tygodniu 7-8). Intensywność regulowana była poprzez obciążenie koła pasowego i tempo pedałowania w fazie szybkiego pedałowania. W czasie tych 8-tygodni osoby z grupy kontrolnej proszone były o utrzymanie swojej dotychczasowej aktywności życia codziennego. Osoby z obu grup uczestniczyły w dwóch sesjach pomiarowych: pre (przed okresem 8-tygodniowego cyklu treningowego) i post (po 8-tygodniowym okresie cyklu treningowego). Każda sesja badawcza składała się z: badania neurologicznego, rejestracji siły i parametrów EMG. W badaniu neurologicznym analizowano wyniki punktowe zadań ruchowych z pozycji 23,24,25 skali UPDRS, oceniające bradykinezję kończyn górnych, oraz ocenę globalną czynności ruchowych na podstawie zadań z pozycji ruchowych z pozycji 18-31 skali UPDRS. Rejestracji siły ściskania i pociągania funkcji oburęcznych dokonano przy użyciu specjalnie skonstruowanego manipulandum. Na podstawie pomiaru siły analizowano następujące parametry: siłę ściskania kończyną manipulującą podczas pociągania (GF - Man), siłę ściskania kończyną stabilizującą podczas pociągania (GF - Stab), siłę pociągania (pokonywania oporu w płaszczyźnie strzałkowej) (Load-F), oraz gradient narastania tych sił ( $\Delta F/\Delta t$ ) na bazie przyrostu siły ( $\Delta F$ ) w czasie tego przyrostu ( $\Delta t$ ), na poszczególnych

poziomach narastania siły Load-F. Wszystkie parametry siły i EMG mierzone były w skurczu izometrycznym na poziomie maksymalnym (100% MVC Load-F) oraz na poziomie 20% MVC Load-F. Analiza sygnałów wykonywana była z podziałem na zakresy siły (w odstępach 10% dla pomiaru 100% MVC Load-F i w odstępach 5% dla pomiaru 20% MVC Load-F) oraz bez podziału dla próby 20% MVC Load-F. Dla oceny koordynacji oburęcznej zmierzono czas opóźnienia między włączeniem siły ściskania kończyny manipulującej i stabilizującej (TGF - lat<sub>MAN-STAB</sub>). Do analizy sygnału EMG z mięśnia pierwszego międzykostnego (FDI-first dorsal interosseus) zastosowano analizę kształtu iglic (SSA-spike shape analysis). W celu zweryfikowania ewentualnych różnic międzysesyjnych i międzygrupowych dla parametrów EMG i siły zastosowano test Bonferroni. Porównania międzygrupowe wartości parametrów oceny neurologicznej (TR i K) zostało wykonane za pomocą testu Wilcoxon'a, natomiast porównanie międzysesyjne (pre i post) wykonano za pomocą testu U Manna-Whitney'a. Dla wszystkich porównań przyjęto  $p \leq 0.025$ .

**Wyniki:** W próbie na 100% MVC Load-F nie zauważono istotnych zmian międzysesyjnych dla żadnej z grup. W próbie na 20% MVC Load-F w grupie K zauważono spadek siły GF-Man na wszystkich poziomach siły. W grupie trenowanej zanotowano poprawę gradientu narastania siły, i skrócenie czasu TGF - lat<sub>MAN-STAB</sub>. W grupie K zanotowano spadek średniej amplitudy iglic (MSA-mean spike amplitude), średniego czasu trwania iglic (MSD- mean spike duration) i średniego nachylenia krzywych iglic (MSS- mean spike slope). W grupie TR zauważono tendencję do zmian odwrotnych. W ocenie klinicznej w grupie TR w sesji post poprawił się wynik dla zadania testującego bradykinezję kończyny górnej z 23 skali UPDRS.

**Wnioski:** Na podstawie uzyskanych wyników i rozważań, wysunięto wnioski, iż udział grupy trenowanej pacjentów z PD w 8-tygodniowym ITI spowodował: (i) poprawę zdolności do kontroli i szybkiego generowania siły; (ii) poprawę koordynacji oburęcznej kończyn górnych; (iii) wystąpienie w sygnale elektromiograficznym wyraźnych tendencji do poprawy aktywacji jednostek motorycznych poprzez wzrost synchronizacji ich wyładowań, oraz (iv) złagodzenie symptomu bradykinezji kończyn górnych, w zadaniu szybkiego łączenia kciuka i palca wskazującego i ich prostowania. W grupie pacjentów nie poddanych cyklowi treningowemu zauważono pogorszenie zdolności rozwijania siły, spadek aktywacji jednostek motorycznych oraz brak zmian w ocenie klinicznej.

**ABSTRACT (streszczenie w języku angielskim)**

**Title:** An influence of high intensity interval training on the motor control in patients with Parkinson's disease.

**Key words:** Parkinson's disease, bradykinesia, intensive interval training, spike shape analysis, electromyography, bimanual motor control

**Background:** Implementation of intensive aerobic training in the therapy and prevention of neurodegenerative disorders, such as Parkinson's disease (PD), is arousing researchers interest. Previous studies has showed that intensive aerobic training caused an increase of neurotrophic factors level in blood, what may be a sign of greater significance of this training for promoting neuroplasticity of neuromuscular system. In studies with PD patients it has been found: alleviation of main disease symptoms as an improvement in unified Parkinson's disease rating scale (UPDRS) score, improvement in time-force parameters in bimanual motor tasks. It was also proven that physical training in the form of high intensity interval training (HIIT) is more pleasant and causes higher neurotrophic factor blood level elevation then continuous physical training, what makes it more appropriate to implement in elderly subjects training. To our knowledge there are no studies investigating the influence of HIIT on changes in motor control on spine level, especially in the aspect of motor unit (MU) activation strategy and the effect of this strategy on force production ability. Particularly interesting issue in this topic is the aspect of motor control in anti-phase bimanual tasks, as they are shown to be very problematic for PD patients to perform. Therefore the aim of this study was to investigate the influence of 8-weeks HIIT on the cycloergometer on motor control mechanisms and motor symptoms in PD patients. The following hypotheses were put forward. In the trained group (TR) of PD patients the 8-weeks HIIT will result in: 1) improvement in motor control of bimanual anti-phase motor task which will be shown in force parameters; 2) improvement in MU activation strategies (MU's recruitment, firing rates and synchronisation), which will be visible in changes of EMG parameters; 3) upper limbs bradykinesia alleviation and decrease in global assessment of motor symptoms in UPDRS score. Int the control group (CO) not taking part in the 8-weeks HIIT cycle, the force, EMG and clinical parameters will not be changed or they will deteriorate within the time of experiment.

**Methods:** 22 idiopathic PD patients participated in the study and were divided into two groups: the trained group which undergone HIIT cycle (TR, n=11) and the control group (CO, n=11) which did not take part in the training cycle. TR group took part in the 8-week HIIT training cycle that consisted of 3, one hour long training sessions per week (total of 24 training sessions) with the use of cycloergometer. Each training session: (i) began with 10-minutes warm-up (voluntary pace max. 50 rpm); (ii) followed by 40-minutes HIIT performance, built of 8 sets of 5-minutes intervals, consisting of 3 minutes of intensive pedalling (60-90 rpm) with maintaining assigned target heart rate (THR) and 2 minutes of slow pedalling (50-60 rpm); and then (iii) finished with 10-minutes cool down (max. 50 rpm). During training sessions the subjects were in the pharmacological “ON-phase” after intake of anti-parkinsonian drugs. The resistance and pace in HIIT part was adjusted by the training supervisor to make sure that the participant will reach and maintain THR. The training intensity was increased every second week by increasing the THR by 5% HR max. (from 60% HRmax. in the week 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> to 75% HRmax. in the week 7<sup>th</sup> and 8<sup>th</sup>). During the 8-weeks of the cycle training time the non-trained patients from the CO group were asked not to change anything in their daily routine and therapy. Subjects from the both tested groups took part in two measurement sessions: pre (before 8-weeks training cycle period) and post (after the 8-week training cycle period). Each of the two sessions consisted of clinical neurologic assessment and bimanual task force as well as EMG signals acquisition. From the neurologic assessment, the scores assessing upper extremity bradykinesia (items 23, 24 and 25 from the UPDRS) and global assessment of motor symptoms (items 18-31 from the UPDRS) were collected. The force acquisition was made with use custom made device. The parameters used for the analysis were: grip force of manipulating hand (GF-Man), grip force of stabilising hand (GF-Stab), pull force in sagittal plane (Load-F), as well as rate of force development ( $\Delta F/\Delta t$ ) for these forces (GF-Man, GF-Stab and Load-F), based on the values of force increase value ( $\Delta F$ ) and time of this force increase ( $\Delta t$ ), calculated on percentage levels of Load-F. All force and EMG parameters were measured during isometric contraction at the level of maximal voluntary contraction (100% MVC Load-F) and at 20% MVC Load-F level. Signals’ analysis was performed on force steps (10% force steps for 100% MVC Load-F task and 5% force steps for 20% MVC Load-F task). Additionally, an analysis for the grip force development without dividing on

5% force steps was performed during task at 20% MVC Load-F. To evaluate the interlimb coordination during bimanual task the time delay between initiation of grip force development in manipulating and stabilising hands ( $TGF - lat_{MAN-STAB}$ ) was calculated. Electromyographic (EMG) activity of the first dorsal interosseous muscle (FDI) was conducted using the spike shape analysis (SSA). Inter-session and inter-group differences in the force and EMG parameters were statistically analysed using Bonferroni test. The clinical neurologic parameters inter-session differences were analysed using the U Mann-Whitney test, and the inter-group differences were analysed using Wilcoxon sign test. The statistical significance level for all analyses was set as  $p \leq 0.025$ .

**Results:** For both groups, there were no significant inter-session changes in the 100% MVC Load-F task. In the CO group, during the 20% MVC Load-F task, there was a significant decrease (in the post vs. pre session) of the GF-Man, observed at all percentage Load-F steps. For the TR group there was an improvement in grip force development rate and shortening of the  $TGF - lat_{MAN-STAB}$ . In the CO group there was decrease in some electromyographic SSA parameters: mean spike amplitude (MSA), mean spike duration (MSD) and mean spike slope (MSS). In the TR group, the tendencies to opposite electromyographic SSA parameters' changes were found. In the TR group, analysis of the clinical neurologic evaluation showed a significant improvement (in the post vs. pre session) in the scores assessing upper extremity bradykinesia (items 23 from the UPDRS).

**Conclusion:** Based on the obtained results and considerations it was concluded that participation of the TR group in 8-weeks HIIT cycle resulted caused in this group: (i) an improvement of motor control and force production; (ii) an improvement of interlimb coordination; (iii) an appearance of tendency for improvement in motor unit's activation strategies through an increase of firing synchronisation; as well as (iv) an alleviation of upper extremity bradykinesia symptom, shown in scores of item 23 from the UPDRS. In the CO group (non-trained group) there was: a deterioration of force development ability, a decrease of motor units' activation and lack of changes in clinical neurologic assessment.