

**ZMIANY AKTYWNOŚCI FAŁ MÓZGOWYCH POD WPŁYWEM TRENINGU
NEUROFEEDBACK U ZAWODNIKÓW JUDO**

Magdalena Krawczyk

Katedra Teorii i Praktyki Sportu,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach,
Mikołowska 72A, 40-065 Katowice, Polska
E-mail: magda.aneta.krawczyk@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1240-6919>

Magdalena Kowalczyk

Katedra Teorii i Praktyki Sportu,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach,
Mikołowska 72A, 40-065 Katowice, Polska
E-mail: magdalena.awf@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1768-8967>

Marcin Żak

Katedra Teorii i Praktyki Sportu,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach,
Mikołowska 72A, 40-065 Katowice, Polska
E-mail: zakmarcin23@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2046-0170>

Karolina Daros

Katedra Teorii i Praktyki Sportu,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach,
Mikołowska 72A, 40-065 Katowice, Polska
E-mail: karolinadaros@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2885-6893>

Paweł Gozdowski

Katedra Teorii i Praktyki Sportu,
Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach,
Mikołowska 72A, 40-065 Katowice, Polska
E-mail: pawel-gozdowski@wp.pl
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0515-8603>



ABSTRAKT

Cel badań. Celem niniejszego badania była analiza dynamiki zmienności wartości fal Theta i Beta w grupach eksperymentalnej i kontrolnej po kolejnych sesjach biofeedback oraz określenie optymalnej liczby jednostek treningowych wystarczających do osiągnięcia celu badania, jakim była poprawa szybkości reakcji w badanej grupie zawodników judo.

Metoda. W badaniu wzięło udział 12 mężczyzn – zawodników kadry narodowej Polskiego Związku Judo. Zawodnicy uczestniczyli w dwóch cyklach treningowych, każdy po 15 sesji. Czas trwania treningu wynosił 4 minuty. W pierwszej sesji treningi odbywały się co drugi dzień. Druga seria badań, która odbyła się po czterotygodniowej przerwie, charakteryzowała się tym samym czasem trwania, jednak treningi odbywały się codziennie. Komputerowy test szybkości reakcji oraz wybrane próby systemu wiedeńskiego zostały wykonane przed oraz po zakończeniu każdego cyklu treningowego. Zawodnicy wykonywali trening na podstawie protokołu beta1/theta przy użyciu oprogramowania Biograf Infiniti 6.0 oraz 5 – kanałowego urządzenia dekodującego ProComp5 z sensorem EEG.

Wyniki. Szczegółowa analiza wyników pokazuje, że zastosowanie treningu biofeedback, który przyczynił się do poprawy szybkości reakcji, znacząco wpływa na dynamikę aktywności fal mózgowych.

Wnioski. Trening neurofeedback u zawodników judo może prowadzić do polepszenia wyników związanych z poprawą szybkości reakcji. Konieczne są jednak dalsze badania na szerszej grupie zawodników.

Słowa kluczowe: Neurofeedback, judo, biofeedback, EEG.

Changes in the activity of brain waves under the influence neurofeedback training of judo players

ABSTRACT

Purpose of research. The aim of this study was to analyze the dynamics of the variability of the Theta and Beta waves in the experimental and control groups after successive biofeedback sessions, and to determine the optimal number of biofeedback training units to achieve the goal of the study, which was to improve the reaction speed in the experimental group.

Method. 12 men, members of the national team of the Polish Judo Association took part in the study. The competitors participated in two training cycles. Each cycle consisted of 15 training sessions. The duration of the training was 4 minutes. In the first session, training was held every other day. The second series of tests, which took place after a four-week break, was characterized by the same duration, but the training was held every day. A computer test of reaction speed and selected tests of the Vienna system were carried out before and after each training cycle. The competitors performed the training based on the beta1 / theta protocol using the Biograf Infiniti 6.0 software and a 5-channel ProComp5 decoding device with an EEG sensor.

Results. Analysis of the results shows that the application of biofeedback training, which contributed to the improvement of reaction speed, significantly affects the dynamics of brain wave activity.

Conclusions. There has been great interest in research in delivering the importance of training the EEG-biofeedback in sport. There are many unresolved issues and inconsistent conclusions, which need to be explained. It is necessary to perform research in more cases and to determine the optimal training methodology, which will lead to the proposal of practical suggestions, taking into account individual disciplines and sports competitions.

Key words: Neurofeedback, judo, biofeedback, EEG.

WPROWADZENIE

Celem procesu treningowego jest rozwój potencjału ruchowego, doskonalenie umiejętności technicznych i taktycznych oraz odpowiednie psychologiczne wspomaganie sportowców (Botwina, Starosta, 2002). Wyrównany poziom przygotowania sprawnościowego zawodników sprawia, że metody treningowe są wciąż modyfikowane oraz wprowadzane nowe, innowacyjne rozwiązania, umożliwiające rozbudzanie i pełne wykorzystywanie potencjału drzemiącego w sportowcach (Blumenstein, 2002).

Podczas walki stan emocjonalny zawodnika judo podlega ekstremalnym wahaniom, dlatego też ważne jest kształtowanie umiejętności osiągania pożądanego poziomu pobudzenia układu nerwowego wśród zawodników tej dyscypliny sportu. Zdolność samokontroli i samoregulacji procesów psychofizjologicznych wpływa na utrzymywanie optymalnej koncentracji, a także na regulację oraz integrację działania całego organizmu stosownie do zmian zachodzących w otoczeniu (Gracz, Sankowski, 2007; Blumenstein, 2002). Dzięki temu usprawnieniu ulegają procesy odbioru różnego typu bodźców z poszczególnych receptorów oraz wzrasta zdolność do szybkiego reagowania na nie pobudzeniem. Przeprowadzone do tej pory badania wskazują na znaczące powiązania pomiędzy stanem emocjonalnym sportowca, a jego percepcją wzrokową oraz szybkością odpowiedzi na pojawiające się bodźce optyczne (Korobeynikov, Korobeinikova, Mytskan, 2017). Umiejętność kontroli i samoregulacji procesów psychofizjologicznych wydaje się być zatem znaczącym elementem wspomagającym proces szkolenia zawodnika – w tym doskonalenie przebiegu mechanizmów przetwarzania informacji wzrokowej.

Udowodniono, że trening EEG biofeedback, wykorzystujący efekt biologicznego sprzężenia zwrotnego do nauki osiągania równowagi psychofizjologicznej, może stanowić cenne uzupełnienie całego procesu przygotowania psychologicznego sportowców, wpływając korzystnie na poprawę ich koncentracji oraz regulację poziomu stresu i lęku (Raymond, Sajid, Parkinson, 2005; Bazanova, Mernaya, Shtark, 2009; Bradley, McCraty, Atkinson, 2010). Istotą treningu neurofeedback jest nauka kontrolowania i modyfikowania w czasie rzeczywistym czynności bioelektrycznej mózgu za pomocą otrzymanej informacji zwrotnej przy użyciu elektroencefalogramu, dzięki czemu możliwe staje się świadome wpływanie na stan pobudzenia (Thompson, Thompson, 2003). Badania nad skutecznością tej metody wykazały pozytywny efekt szczególnie w sportach takich jak: karate (Kolayis, 2012), łyżwiarstwo szybkie (Harvey, Beauchamp, Saab, 2011), gimnastyka (Zaichkowsky, 1983), golf (Arns, Kleinnijenhuis, Fallahpour, 2007; Landers, Petruzzello, Salazar, 1991; Vernon, 2005), czy tańiec (Raymond, Sajid, Parkinson, 2005).

Uwzględniając dotychczasowe ustalenia naukowe dotyczące korzystnego wpływu zastosowania treningu NFB w sporcie, celem niniejszego badania uczyniono analizę dynamiki zmienności wartości fal Theta i Beta w grupach eksperymentalnej i kontrolnej po kolejnych sesjach biofeedback oraz określenie optymalnej liczby jednostek treningowych wystarczających do osiągnięcia celu badania jakim była poprawa szybkości reakcji w badanej grupie zawodników judo.

Materiał i metody badań

Charakterystyka badanych

W badaniu wzięło udział 12 mężczyzn – zawodników Kadry Narodowej Polskiego Związku Judo w przedziale wiekowym 22 – 25 lat. Ogólna liczba badanych (12 osób) została wybrana spośród zawodników kadry narodowej regionu południowego. Zawodnicy zostali losowo podzieleni na dwie podgrupy: eksperymentalną (n=6) i kontrolną (n=6). Wszyscy badani poinformowani zostali o celach oraz przebiegu badań, a także o możliwości rezygnacji z uczestnictwa na każdym etapie ich trwania. Wszyscy uczestnicy byli zdrowi oraz powstrzymali się od stosowania leków, alkoholu i środków pobudzających (kofeina, napoje energetyczne) 12 godzin przed każdym testem i sesją treningową. Badania uzyskały akceptację Uczelnianej Komisji Bioetycznej ds. Badań Naukowych przy Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach.

PROCEDURY BADAWCZE

Badania prowadzone zostały w dwóch cyklach, zróżnicowanych pod względem częstotliwości oraz czasu trwania sesji biofeedback, zarówno w grupie kontrolnej, jak i eksperymentalnej. W grupie eksperymentalnej każdy cykl badań obejmował 15 spotkań treningowych, po których nastąpiła czterotygodniowa przerwa jako modyfikacja treningu Michaela Thompsona (Thompson, Thompson, 2003). Czas trwania sesji treningowych wynosił w kolejnych seriach badań 4 minuty i stanowił modyfikację treningu Margaret Dupee (Dupee, Werthner, 2011). Podstawowym protokołem treningowym w grupie eksperymentalnej był trening beta1/theta, służący zwiększaniu koncentracji oraz osiągnięciu tzw. wąskiej uwagi przez zawodników.

Badania w grupie kontrolnej przebiegały według takiego samego schematu, jak w grupie eksperymentalnej, i charakteryzowały się tą samą cyklicznością, czasem trwania i częstotliwością sesji treningowych biofeedback. Procedura przygotowawcza do treningu była jednakowa dla obydwu grup, jednak w grupie kontrolnej zamiast realizowania protokołu beta1/theta, wyświetlana była symulacja EEG, niezależna od wytwarzanych wzorców fal mózgowych trenującego.

TRENING EEG BIOFEEDBACK

Trening neurofeedback wykonany został przy użyciu oprogramowania Biograf Infiniti 6.0 oraz 5 – kanałowego urządzenia dekodującego ProComp5 z sensorem EEG. Warunkiem rozpoczęcia diagnozy oraz treningu EEG biofeedback było uzyskanie poziomu impedancji poniżej 5 k Ω oraz pomiaru między elektrodami różniącego się od siebie nie więcej niż o 1 k Ω .

Każda sesja treningowa w poszczególnych cyklach została poprzedzona wykonaniem 3 – minutowej jednokanałowej diagnozy EEG z trzema odprowadzeniami o podłączeniu referencyjnym. W tym czasie osoba badana proszona była o wykonanie następujących czynności: pozostawanie w pozycji siedzącej z oczami otwartymi przez okres jednej minuty, pozostawanie w pozycji siedzącej z oczami zamkniętymi przez okres jednej minuty, pozostawanie w pozycji siedzącej z oczami otwartymi z dodatkowym zadaniem aktywizującym w postaci odliczania od tyłu co 7 począwszy od liczby 100. W czasie diagnozy elektroda referencyjna została umieszczona na lewym płątku ucha, uziemienie na prawym, a elektroda aktywna w punkcie Cz (Egner, Gruzelner, 2003), podczas treningu elektroda aktywna umieszczona była w punkcie C3.

Zarejestrowane sygnały filtrowano między 2 a 40 Hz. Okresy, w których nie zanotowano artefaktów zostały poddane dalszej analizie przez eksperta.

CYKLE BADAŃ

Pierwszy cykl badań obejmował 15 sesji treningowych odbywających się co drugi dzień. Czas trwania treningu wynosił 4 minuty. Druga seria badań, która odbyła się po czterotygodniowej przerwie, charakteryzowała się tym samym czasem trwania, jednak treningi odbywały się codziennie. Podczas każdego spotkania monitorowany był procent czasu powyżej progu, który został przesuwany odpowiednio w górę lub w dół dla fali wzmacnianej i hamowanej tak, aby poziom trudności treningu był optymalny i dostosowany do indywidualnych postępów zawodnika.

TESTY SZYBKOŚCI REAKCJI WZROKOWEJ

Przed rozpoczęciem pierwszego cyklu spotkań oraz po zakończeniu każdego kolejnego przeprowadzone zostały testy szybkości reakcji prostej w obydwu grupach badawczych. Wpływ treningu NFB na szybkość reakcji wzrokowej zawodników judo został sprawdzony przez komputerowe testy reakcji prostej oraz wybrane próby Wiedeńskiego Systemu Testowego (WST). Testy odbywały się w godzinach przedpołudniowych w warunkach umożliwiających koncentrowanie uwagi na wykonywanych zadaniach. Wszystkie próby powtarzane były dwukrotnie w odstępach 5 – minutowych, przy uwzględnieniu lepszego wyniku z dwóch pomiarów.

Komputerowy test szybkości reakcji prostej na bodźce wzrokowe polegał na: jak najszybszym wciśnięciu określonego klawisza na klawiaturze prawą lub lewą ręką, w chwili kiedy na ekranie monitora pojawi się jasny kwadrat. W teście sygnał pojawiał się 10 razy w odstępach czasu wynoszących 2 – 6 sekund. Mierzony był okres od momentu pojawienia się bodźca do momentu wciśnięcia klawisza z dokładnością do 0,01 sek.

Za pomocą urządzenia do badania szybkości reakcji (RG), będącego składową Wiedeńskiego Systemu Testowego sprawdzona została reakcja prosta na bodźce wzrokowe. Zadaniem osoby badanej było jak najszybsze przeniesienie dłoni z tzw. „klawisza spoczynku” i wciśnięcie „klawisza reakcji” w momencie zapalenia się żółtej diody. Na podstawie otrzymanych danych program obliczył medianę szybkości reakcji, czasu reakcji oraz czasu ruchu prostego w milisekundach (ms). Program wskazał

liczbę wszystkich reakcji prawidłowych, nieprawidłowych, średnią szybkości reakcji oraz odchylenie standardowe średniej szybkości reakcji. Sygnał pojawiał się 15 razy.

METODY STATYSTYCZNE

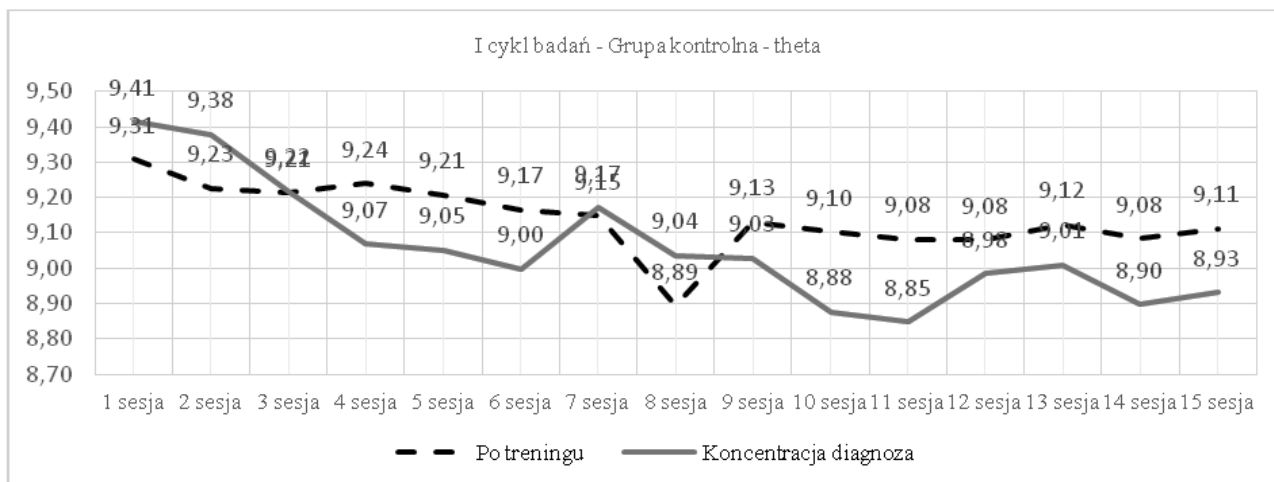
Do oceny poziomu analizowanych zmiennych zastosowano statystyki opisowe: średnia arytmetyczna, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności.

Jednorodność i normalność rozkładów została sprawdzona testem Shapiro – Wilka. Różnice pomiędzy grupą eksperymentalną a kontrolną analizowane były z zastosowaniem analizy wariancji ANOVA. Różnice wewnątrzgrupowe i międzygrupowe sprawdzono testem post hoc Tukeya dla równych liczebności (N). Zależności pomiędzy wartościami fal Theta i Beta, a zmiennymi (predyktorami) czasów reakcji prostych i złożonych w badanych grupach eksperymentalnej i kontrolnej, zostały oszacowane z wykorzystaniem wielorakiej analizy regresji grzbietowej. Przyjęto poziom istotności $p < 0,05$. Została pokazana statystyka F i poziom istotności. Obliczenia zostały wykonane w programie Statistica 12.0 (Statsoft).

WYNIKI

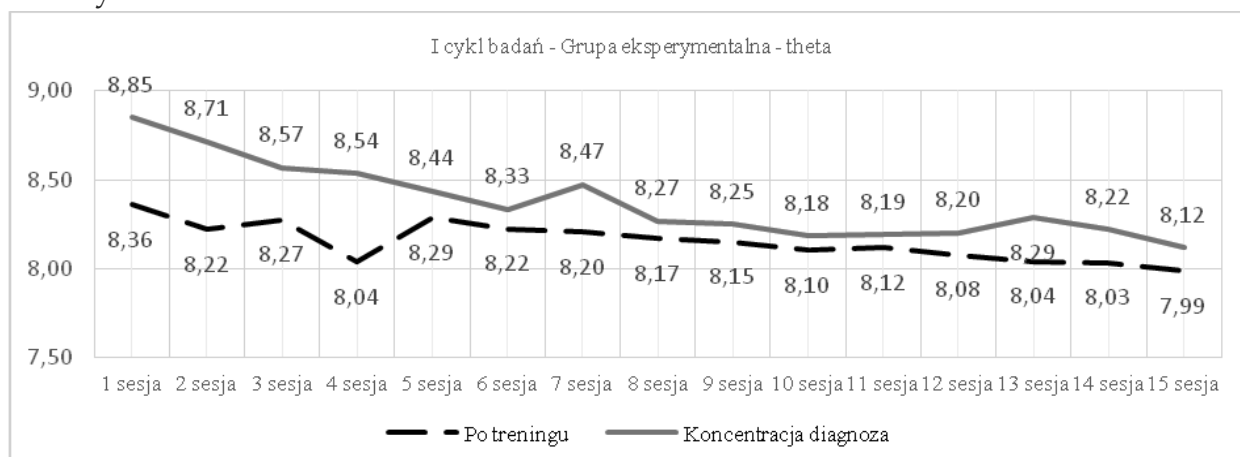
Analiza dynamiki zmienności fal mózgowych beta i theta, przeprowadzona po pierwszym cyklu badań w oparciu o wartości uzyskiwane przed i po treningu w grupie kontrolnej, nie wykazała istotnych statystycznie różnic (wykres 1, wykres 3). Natomiast w grupie eksperymentalnej już po pierwszym cyklu treningowym, zaobserwowano znaczący liniowy spadek aktywności fal theta (wykres 2) oraz wzrost aktywności fal beta po przeprowadzonej interwencji NFB (wykres 4). Zauważono istotnie statystyczne różnice w wartościach fali theta ($F=4,308$; $p=0,05$) oraz beta ($F=5,73$; $p=0,03$) po pierwszym cyklu treningowym.

Wykres 1. Zmiany aktywności fal mózgowych theta w grupie kontrolnej w I cyklu badań.



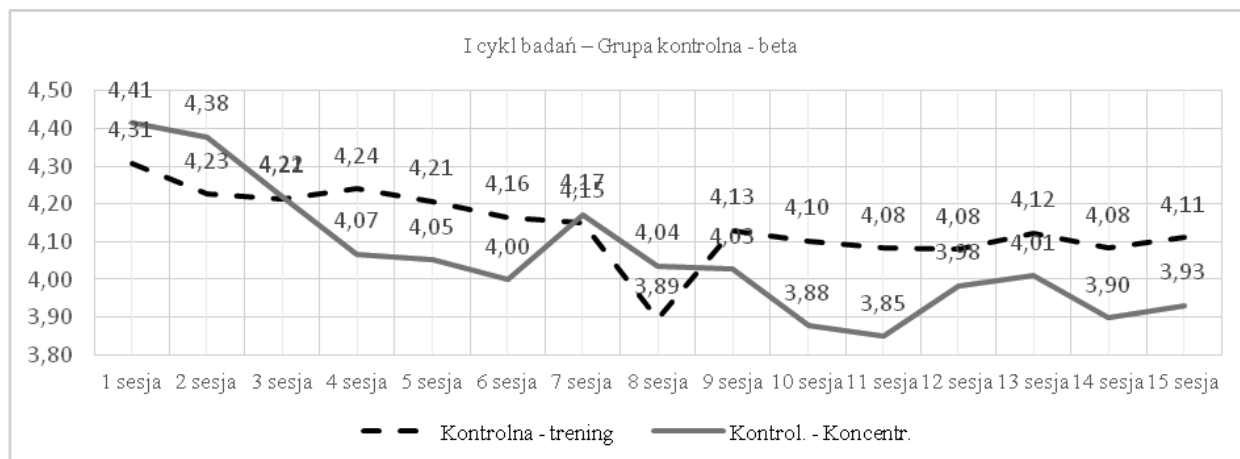
Źródło: Wyniki badań własnych.

Wykres 2. Zmiany aktywności fal mózgowych theta w grupie eksperymentalnej w I cyklu badań.



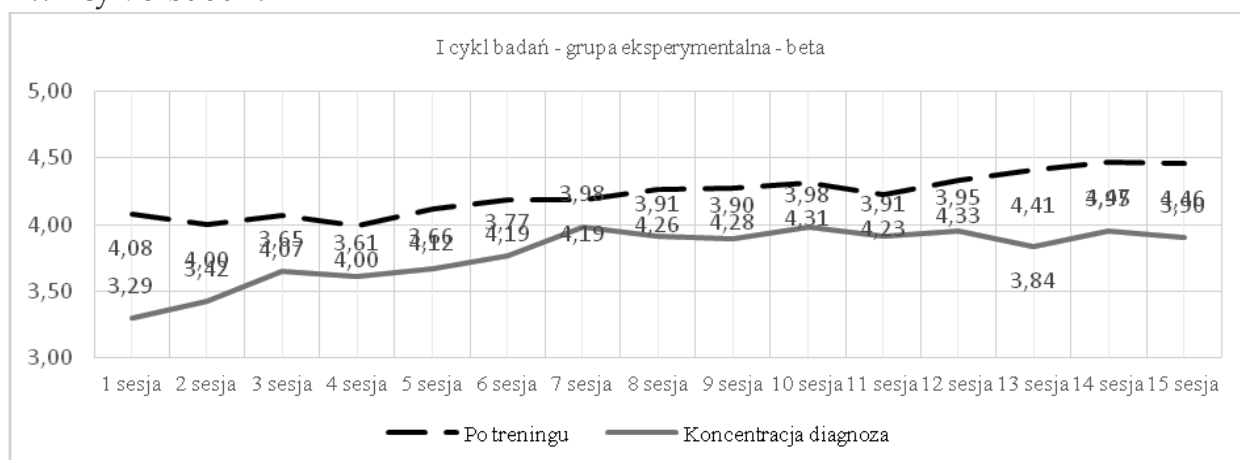
Źródło: Wyniki badań własnych.

Wykres 3. Zmiany aktywności fal mózgowych beta w grupie kontrolnej w I cyklu badań.



Źródło: Wyniki badań własnych.

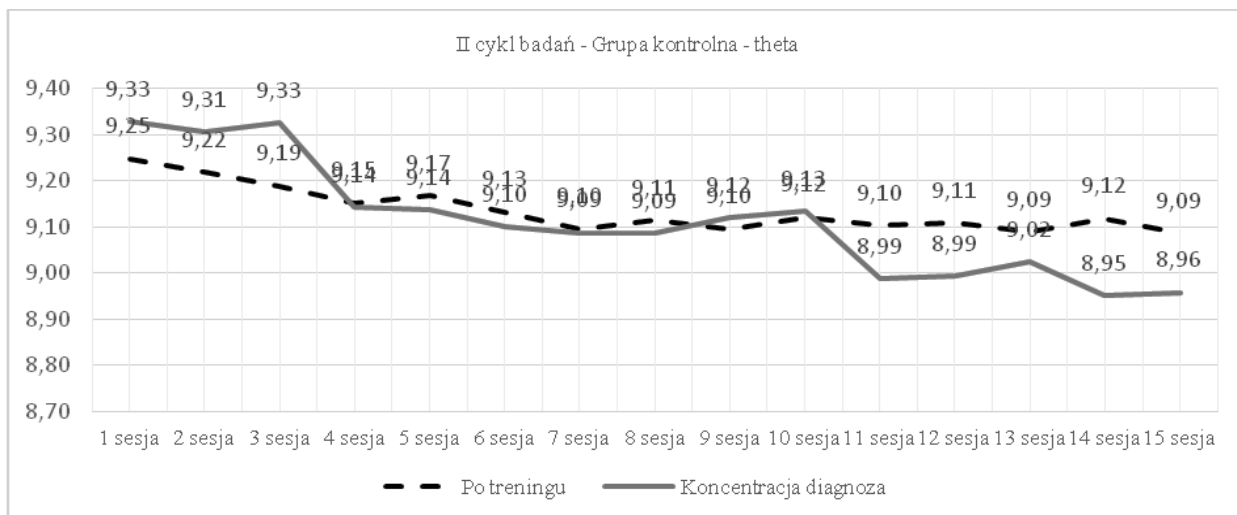
Wykres 4. Zmiany aktywności fal mózgowych beta w grupie eksperymentalnej w I cyklu badań.



Źródło: Wyniki badań własnych.

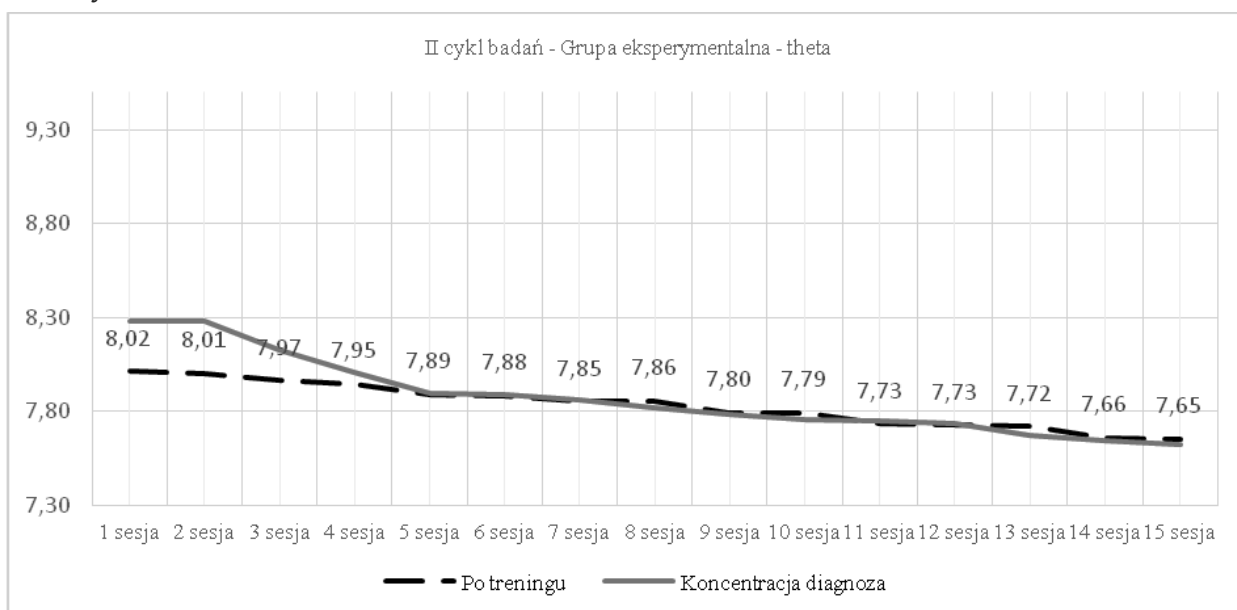
Analiza dynamiki zmienności fal mózgowych beta i theta, przeprowadzona po drugim cyklu badań w oparciu o wartości uzyskiwane przed i po treningu w grupie kontrolnej, nie wykazała istotnych statystycznie różnic (wykres 5, wykres 7). W grupie eksperymentalnej natomiast zaobserwowano liniowy spadek aktywności fal theta (wykres 6) oraz wzrost aktywności fal beta po przeprowadzonej interwencji NFB (wykres 8). Zauważono istotnie statystyczne różnice w wartościach fali theta ($F=7,647$; $p=0,01$) oraz beta ($F=10,463$; $p=0,004$) po drugim cyklu treningowym.

Wykres 5. Zmiany aktywności fal mózgowych theta w grupie kontrolnej w II cyklu badań.



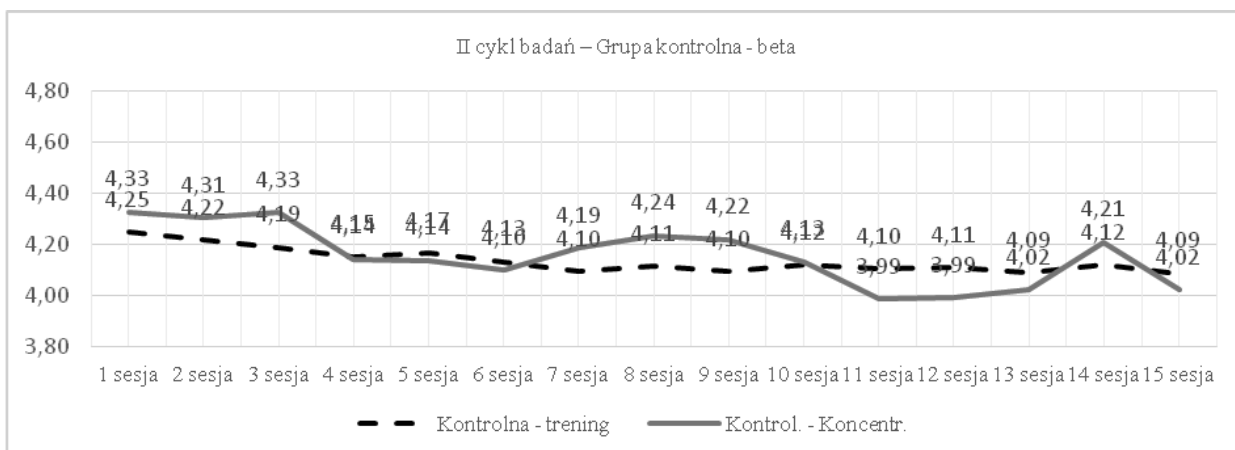
Źródło: Wyniki badań własnych.

Wykres 6. Zmiany aktywności fal mózgowych theta w grupie eksperymentalnej w II cyklu badań.



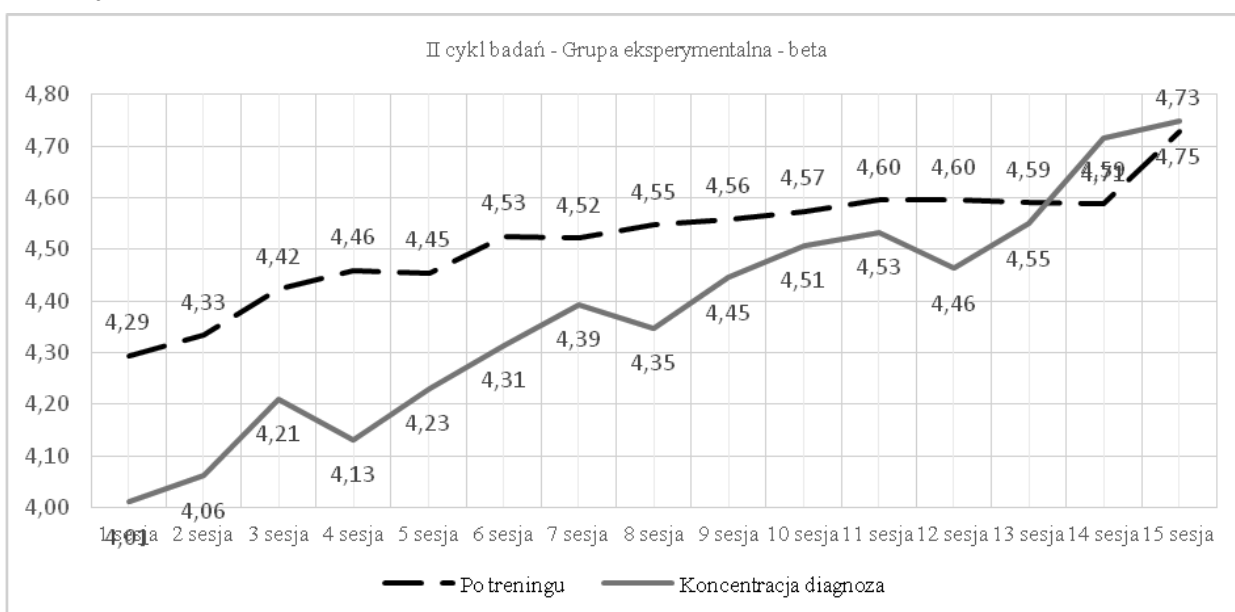
Źródło: Wyniki badań własnych.

Wykres 7. Zmiany aktywności fal mózgowych beta w grupie kontrolnej w II cyklu badań.



Źródło: Wyniki badań własnych.

Wykres 8. Zmiany aktywności fal mózgowych beta w grupie eksperymentalnej w II cyklu badań.



Źródło: Wyniki badań własnych.

Jednokierunkowa ANOVA z powtarzalnymi pomiarami wykazała istotne statystycznie różnice pomiędzy CG, a EG w wynikach testów szybkości reakcji komputerowego i wiedeńskiego po poszczególnych cyklach sesji treningowych. W testach reakcji prostych odpowiednio: test komputerowy: $F=6,770$, $p=0,016$; $F=27,12$, $p=0,000032$; test wiedeński: $F=5,878$, $p=0,024$; $F=41,317$, $p=0,000002$.

Analiza wariancji na poziomie istotności statystycznej $p<0.05$ wykazała, że można było odrzucić hipotezy o jednorodności wariancji w odniesieniu do grupy eksperymentalnej, pomiędzy kolejno zastosowanymi procedurami treningu EEG biofeedback, a uzyskanymi wynikami czasów reakcji prostych w testach komputerowych

i teście wiedeńskim. Zmienne nie były jednorodne. Wynik analizy wariancji ANOVA, w celu określenia istotnych różnic pomiędzy badanymi zmiennymi szybkości reakcji prostej w odniesieniu do grup przed poszczególnymi cyklami sesji, wynosił odpowiednio w teście komputerowym i teście wiedeńskim $F=23,49421$, $p=0,000000$; $F=13,27602$, $p=0,000003$.

DYSKUSJA

Dotychczasowe ustalenia naukowe wskazują, że trening NFB korzystnie oddziałuje na zmniejszanie deficytów uwagi w ADHD (Arns, Heinrich, Strehl, 2013; Duric, 2012; Monastra, 2005; Bakhshayesh, 2011; Gevensleben, 2009), a także na łagodzenie objawów epilepsji (Koutroumanidis, 2005; Lee, Hing, Nam, 2000; Tan, Thornby, Hammond, 2009). W wielu publikacjach wykazano również pozytywny wpływ szkolenia biofeedback w sportach takich jak łucznictwo, strzelectwo i golf (Arns i in., 2007; Landers i in., 1991; Vernon, 2005), gimnastyka (Zaichkowsky, 1983), czy spływy kajakowe (Blumenstein, Bar -Eli, 1998). W literaturze wciąż brakuje jednak ściśle określonych parametrów metodyki stosowanego treningu NFB.

Celem niniejszego badania była analiza dynamiki zmienności aktywności fal Theta i Beta w grupach eksperymentalnej i kontrolnej po kolejnych sesjach EEG biofeedback oraz określenie optymalnej liczby jednostek treningowych, koniecznych do osiągnięcia poprawy szybkości reakcji w badanej grupie zawodników judo. Analiza uzyskanych wyników wykazała istotną statystycznie redukcję szybkości reakcji w grupie eksperymentalnej po drugim cyklu treningowym, co potwierdza niektóre z wcześniejszych ustaleń sugerujących, że interwencja NFB korzystnie wpływa na skrócenie czasu reakcji u sportowców.

W badaniach przeprowadzonych wśród zawodników Kadry Narodowej Kanady w łyżwiarstwie szybkim, przygotowujących się do Igrzysk Olimpijskich w Vancouver, gdzie trening BFB stanowił element ich procesu szkoleniowego, największą poprawę czasu reakcji zaobserwowano pomiędzy czwartym, a piątym – ostatnim – tygodniem treningowym, przy częstotliwości dwóch sesji szkoleniowych w tygodniu $F(1, 9)=5679.2$, $p=.001$. (Harvey i in., 2011). W niniejszym badaniu przeprowadzonym wśród judoków największą redukcję czasów reakcji prostej uzyskano po drugim cyklu treningowym, w którym szkolenie odbywało się co drugi dzień i trwało 4 minuty. To sugeruje, że krótsze treningi neurofeedback o zwiększonej częstotliwości sesji szkoleniowych są korzystniejsze w przypadku kształtowania szybkości przetwarzania i reagowania na bodźce wzrokowe.

Przegląd literatury wskazuje, że przeprowadzono do tej pory niewiele analiz dotyczących dynamiki zmian fal EEG w poszczególnych sesjach treningowych. Autorzy najczęściej określają zmiany po odbyciu danej liczby jednostek treningowych. W badaniach John'a Gruzelier, Trevor'a Thompson, Emmy Redding i in. (2014) został zastosowany protokół alfa/theta na grupie współczesnych tancerzy w celu zmniejszenia niepokoju oraz rozwoju kreatywności. Celem treningu był liniowy spadek wartości alfa ($F 1,9 = 9,2$, $p = 0,05$) z liniowym wzrostem wartości theta ($F 1,9 = 9,8$, $p = 0,05$). Wykazano, że w trakcie 1 sesji treningowej nie nastąpił spadek mocy w dowolnej częstotliwości, a podczas 10 sesji fala theta osiągnęła wyższą wartość od fali alfa, co

było celem szkolenia. Natomiast w niniejszych badaniach dokonano analizy aktywności fal mózgowych przed i po każdej sesji treningowej. Uzyskane wyniki wykazały korzystne zmiany w postaci stopniowego wzrostu aktywności fal beta oraz spadku aktywności fal theta w grupie eksperymentalnej po kolejnych treningach NFB zarówno w pierwszym, jak i w drugim cyklu szkoleniowym. Nie odnotowano podobnych zmian w grupie kontrolnej. To dowodzi, że trening neurofeedback korzystnie wpływa na aktywność wybranych fal mózgowych.

Wyniki wielu badań potwierdzają, że metoda NFB może stać się integralną częścią procesu treningowego oraz mieć duże znaczenie w przygotowaniu motorycznym w dyscyplinach sportowych, w których o końcowym sukcesie decyduje szybka i precyzyjna reakcja. Konieczne jest jednak przeprowadzenie dalszych badań, zgłębiających tę dziedzinę nauki, gdyż nie jest ona jeszcze w pełni poznana. Warto zauważyć, że wciąż pozostaje wiele niewyjaśnionych kwestii dotyczących określonych parametrów metodyki treningu NFB, optymalnego czasu treningu i częstotliwości szkolenia, ponadto należy brać pod uwagę występowanie różnic indywidualnych.

BIBLIOGRAFIA

1. Ams, M., Heinrich, H., Strehl, U. (2013). *Evaluation of neurofeedback in ADHD: the long and winding road* [Ocena neurofeedbacku w ADHD: długa i kręta droga]. *Biological psychology*, 95, 108-115.
2. Ams, M., Kleinnijenhuis, M., Fallahpour, K., Breteler, R. (2007). *Golf performance enhancement and real-life neurofeedback training using personalized event-locked EEG profiles* [Poprawa wydajności gry w golfa i rzeczywiste treningi neurofeedbacku z wykorzystaniem spersonalizowanych profili EEG z blokadą zdarzeń]. *Journal of Neurotherapy*, (11), 11-18.
3. Bakhshayesh, A., Hansch, S., Wyszkon, A., Rezai, M. J., Esser, G. (2011). *Neurofeedback in ADHD: a single-blind randomized controlled trial* [Neurofeedback w ADHD: randomizowane badanie kontrolowane z pojedynczą ślepa próbą]. *European Child and Adolescent Psychiatry*, (20), 481-491.
4. Bazanova, O. M., Mernaya, E. M., Shtark, M. B. (2009). *Biofeedback in psychomotor training. Electrophysiological basis* [Biofeedback w treningu psychomotorycznym. Podstawa elektrofizjologiczna]. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, (39), 437-47.
5. Blumenstein, B., Bar-Eli, M. (1998). *Self-regulation training with biofeedback training in elite canoers and kayakers* [Trening samoregulacji z treningiem biofeedback u elitarnych kajakarzy. W: V. Issurin (red.), *Science and practice of canoe/kayak high performance training* (ss. 124-132). Tel Aviv: Elite Sport Department of Israel, Wingate Institute.
6. Blumenstein, B. (2002). *Biofeedback applications in sport and exercise: Research findings* (ss. 37-54) [Zastosowania biofeedbacku w sporcie i ćwiczeniach: wyniki badań]. W: B. Blumenstein, M. Bar-Eli, & G. Tenenbaum (red.), *Brain and body in sport and exercise: Biofeedback applications in performance enhancement*. Hoboken, N.J.: Wiley.
7. Botwina, R., Starosta, W. (2002). *Mentalne wspomaganie sportowców. Teoria i praktyka*. Międzynarodowe Stowarzyszenie Motoryki Sportowej. Akademia Wychowania Fizyczna w Poznaniu – Instytut Wychowania Fizycznego w Gorzowie Wlkp., Instytut Sportu w Warszawie, Warszawa – Gorzów Wlkp. (12), 1-420.
8. Bradley, R. T., McCraty, R., Atkinson, M., Tomasino, D., Daugherty, A., Arguelles, L. (2010). *Emotion self-regulation, psychophysiological coherence, and test anxiety: results from an experiment using electrophysiological measures* [Samoregulacja emocji, spójność psychofizjologiczna i lęk testowy: wyniki eksperymentu z zastosowaniem pomiarów elektrofizjologicznych]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 35 (4), 261-83.
9. Dupee, M., Werthner, P. (2011). *Managing the stress response: The use of bio/neurofeedback with Olympic level athletes* [Zarządzanie reakcją na stres: wykorzystanie bio/neurofeedbacku u sportowców poziomu olimpijskiego]. *Biofeedback*, 59 (3), 92-94.
10. Duric, N., Assmus, J., Gundersen, D., Elgen, I. (2012). *Neurofeedback for the treatment of children and adolescents with ADHD: a randomized and controlled clinical trial using parental reports* [Neurofeedback w leczeniu dzieci i młodzieży z ADHD: randomizowane i kontrolowane badanie kliniczne z wykorzystaniem raportów rodziców]. *BMC Psychiatry*, (12), 107.
11. Egner, T., Gruzeliel, J.H. (2003). *Ecological validity of neurofeedback: modulation of slow wave EEG enhances musical performance* [Ekologiczna ważność neurofeedbacku: modulacja wolnej fali EEG zwiększa wydajność muzyczną]. *NeuroReport*, 14 (9), 1221-1224.

12. Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B., Vogel, C., Schlamp, D., Kratz, O., Studer, P., Rothenberger, A., Moll, G. H., Heinrich, H. (2009). *Is neurofeedback an efficacious treatment for ADHD? A randomised controlled clinical trial* [Czy neurofeedback to skuteczne leczenie ADHD? Randomizowane kontrolowane badanie kliniczne]. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50 (7), 780-789.
13. Gevensleben, H., Holl, B., Albrecht, B. (2010). *Neurofeedback training in children with ADHD: 6-month follow-up of a randomised controlled trial* [Trening neurofeedbacku u dzieci z ADHD: 6-miesięczna obserwacja randomizowanego badania kontrolowanego]. *European Child and Adolescent Psychiatry*, (19), 715.
14. Gracz, J., Sankowski, T. (2007). *Psychologia aktywności sportowej*. Poznań: Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu.
15. Gruzelier, J., Thompson, T., Redding, E., Brandt, R., Steffert, T. (2014). *Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: state anxiety and creativity* [Zastosowanie treningu neurofeedbacku alfa / theta i zmienności rytmu serca u młodych współczesnych tancerzy stan lęku i kreatywność]. *International Journal of Psychophysiology*, 93 (1), 105-11.
16. Harvey, R., Beauchamp, M., Saab, M., Beauchamp, P. (2012). *Biofeedback Reaction-Time Training: Toward Olympic Gold* [Trening czasu reakcji biofeedback: w kierunku olimpijskiego złota]. *Biofeedback*, 39 (1), 7-14.
17. Kolayis, H. (2012). *Using EEG biofeedback in karate: the relationship among anxiety, motivation and brain waves* [Wykorzystanie biofeedbacku EEG w karate: związek między lękiem, motywacją i falami mózgowymi]. *Archives of Budo*, 8 (1), 13-18.
18. Korobeinikov, G., Korobeinikova, L., Mytskan, B., Chernozub, A., Cynarski, W. J. (2017). *Information processing and emotional response in elite athletes* [Przetwarzanie informacji i reakcja emocjonalna u elitarnych sportowców]. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 17 (2), 41-50.
19. Koutroumanidis, M., Smith, S. (2005). *Use and abuse of EEG in the diagnosis of idiopathic generalised epilepsies* [Stosowanie i nadużywanie EEG w diagnostyce idiopatycznych padaczek uogólnionych]. *Epilepsia*, 46 (S9), 96-107.
20. Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Salazar, W., Crews, D. L., Kubitz, K. A., Gannon, T. L., Han, M. (1991). *The influence of electrocortical biofeedback on performance in pre-elite archers* [Wpływ biofeedbacku elektrokortycznego na wydajność u elitarnych łuczników]. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, (23), 123-129.
21. Lee, S., Hing, K., Nam, H., Park, S., Chung, C. (2000). *The clinical usefulness of ictal surface EEG in neocortical epilepsy* [Kliniczna użyteczność powierzchniowego EEG w padaczce neurokortycznej]. *Epilepsia*, (41), 1450-1455.
22. Monastra, V., Lynn, S. (2005). *Electroencephalographic Biofeedback in the Treatment of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder* [Biofeedback elektroencefalograficzny w leczeniu zaburzenia uwagi / nadpobudliwości]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30 (2), 95-114. DOI: 10.1007/s10484-005-4305-x.
23. Raymond, J., Sajid, I., Parkinson, L., Gruzelier, J. (2005). *Biofeedback and dance performance: A preliminary investigation* [Biofeedback i taniec: Wstępne badanie]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30 (1), 65-73.
24. Tan, G., Thornby, J., Hammond, D. C., Strehl, U., Canady, B., Arnemann, K., Kaiser, D. A. (2009) *Meta-analysis of EEG biofeedback in treating epilepsy* [Metaanaliza biofeedbacku EEG w leczeniu padaczki]. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40, 173-179.
25. Thompson, M., Thompson, L. (2003). *Neurofeedback. Wprowadzenie do podstawowych koncepcji psychofizjologii stosowanej*. Wydawnictwo Biomed Neurotechnologie.
26. Vernon, D. J. (2005). *Can neurofeedback training enhance performance? An evaluation of the evidence with implications for future research* [Czy trening neurofeedbacku zwiększa wydajność? Ocena dowodów mających wpływ na przyszłe badania]. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30 (4), 347-364.
27. Zaichkowsky, L. D. (1983). *The use of biofeedback for self-regulation of performance states* (ss. 95-105) [Zastosowanie biofeedbacku do samoregulacji stanów wydajności]. W: L. E. Unestal (red.), *The mental aspects of gymnastics*. Movement Pubns.