

Recenzja

Pracy doktorskiej mgra Marcina Żaka zatytułowanej „Wpływ treningu EEG Biofeedback na liczbę powtórzeń wykonywanych do odmowy podczas wyciskania sztangi leżąc w aspekcie asymetrii pasma alfa oraz obciążenia zewnętrznego”

Podstawę sporządzenia niniejszej recenzji stanowi Uchwała Senatu nr AR001-5-IV/2025 Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach z dnia 29 kwietnia 2025. Przesłanki prawne wynikają z art. 190 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie i nauce (Dz. U. z 2022 poz. 574). Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora mgr Marcinowi Żakowi toczy się w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej w trybie eksternistycznym.

Ogólna ocena pracy z punktu widzenia nowatorstwa problematyki badawczej

Recenzowana praca doktorska Kandydata Marcina Żaka stanowi holistyczne połączenie szerokiego spectrum zagadnień z obszaru neurofizjologii, psychologii – głównie procesów motywacyjnych oraz uwarunkowań obszaru motoryczności w szczególności wysiłków o charakterze anaerobowym. Przedstawiona w nich problematyka badawcza wpisuje się we współczesny nurt badań procesów neuropsychicznych z wykorzystaniem innowacyjnych technologii i metod treningu EEG biofeedback, opartych o idee sterowania i regulacji czynnościami ruchowymi człowieka. Autor koncepcję pracy osadza w realiach procesu treningowego, nakierowanego na wytrzymałość siłową wysokiej klasy zawodników uprawiających judo. Należy podkreślić, iż aktualny stan wiedzy w zakresie optymalizacji procesu szkolenia w sportach o istotnym znaczeniu wskaźników wysiłkowych w relacji do czynników techniczno-taktycznych jest dość dobrze spenetrowany przez liczne doniesienia naukowo-badawcze. Zdaniem wielu badaczy istotne rezerwy tkwią w obszarze nerwowo-

fizjologicznych, kognitywnych i psychologicznych uwarunkowań motoryczności sportowców oraz rozwoju ich potencjału psycho-fizycznego.

Kandydat oparł koncept badawczy na przesłankach teoretycznych, dotyczących mechanizmów interakcji uwagi i motywacji jako czynników realizacji celów sportowych. Zaznaczył, iż poziom procesów poznawczych wpływa na stopień wytrenowania zarówno w sferze efektywności techniki jak i poprawy indywidualnych parametrów wytrzymałości siłowej. Podkreślił znaczenie treningu neurofeedbacku, ukierunkowanego na zwiększenie średniej amplitudy pasma alfa co przyczynia się do regulacji stanów emocjonalnych i sprzyja efektywności szkolenia w różnych dyscyplinach sportowych.

Jako innowacyjne podejście do rozwiązywania nakreślonych wyżej problemów badawczych mgr Marcin Żak wykorzystał obrazowanie zmian aktywności bioelektrycznej mózgu w czasie rzeczywistym stosując elektroencefalografię (EEG) i jako metodę badawczą (EEG-BF) – EEG biofeedback/neurofeedback. Elektroencefalografia pozwala na obiektywną ocenę związków pomiędzy aktywnością mózgu a procesami nerwowo-mięśniowymi, wywołującymi zamierzone czynności ruchowe. W tym znaczeniu tematem przewodnim recenzowanej dysertacji stała się ocena wpływu treningu EEG biofeedback w odniesieniu do zmian obciążeń treningowych, traktując jako wskaźnik, zmienność asymetrii pasma alfa płatów czołowych kory mózgowej. Jak wiadomo płaty czołowe odpowiadają za wyższe funkcje poznawcze i kontrolę zachowania. Wpływają na podejmowanie decyzji, motywację, hamowanie impulsów, regulację emocji, oraz pamięć roboczą.

Formalna strona pracy

Przystępując do części metodologicznej dysertacji Kandydat dokonał wnikliwej kwerendy źródeł literatury związanej z postawionym problemem badawczym. Szczególną uwagę poświęcił publikacjom międzynarodowym, traktującym o wykorzystaniu EEG do określania różnic aktywności mózgowej w sporcie amatorskim i zawodowym. Dotyczyły one zróżnicowania średnich wartości amplitudy częstotliwości aktywności mózgowej oraz korelacji stanu skupienia w wybranych zakresach fal mózgowych. Cytując znaczące publikacje wyprowadził pogląd, iż zwiększona średnia amplituda aktywności pasm w theta i alfa wiąże się z pogorszeniem sprawności umysłowej, co negatywnie wpływa na wydolność sportowców. Ponadto przedstawił prace związane z aplikacją metod neurofeedbacku w celu optymalizacji procesu treningowego w sportach wymagających dużej precyzji i koncentracji oraz

dyscyplinach o przewadze procesów aerobowych. Nie ulega wątpliwości, że przedstawiony szeroki przegląd literatury stanowił dla mgra Marcina Żaka inspirację dla wyznaczenia głównego celu pracy oraz hipotez badawczych. Istota konceptu badawczego polegała na ocenie wpływu treningu EEG biofeedback na efektywność wyciskania sztangi leżąc w opcji do odmowy oraz analizie zmian pasma alfa płatów czołowych w wyniku zastosowania protokołu EEG biofeedback. Kandydat rozwijając część metodologiczną pracy sformułował trzy pytania badawcze jak również trzy hipotezy badawcze. Syntetycznie sprowadzają się one do założenia, iż poziom obciążenia zewnętrznego w trakcie wysiłku siłowego istotnie różnicuje wskaźniki aktywności bioelektrycznej mózgu porównując ze stanem przed podjęciem wysiłku.

Na szczególną uwagę ze względu na znamiona innowacyjności zasługuje procedura badawcza, głównie eksperyment naukowy jaki zaproponował Kandydat.

Badania przeprowadzono na grupie 20 mężczyzn z Klasą Międzynarodową i Mistrzowską (MM) w judo. Zgodnie z założeniami dysertacji, zawodników podzielono losowo na grupę eksperymentalną i kontrolną. W odniesieniu do pierwszej, zaaplikowano 14 sesji treningu EEG biofeedback. Natomiast grupa kontrolna przeszła symulowany trening EEG biofeedback, polegający na odtwarzaniu losowych sesji neurofeedbacku grupy eksperymentalnej. Eksperyment badawczy dla grupy pierwszej obejmował testy wyciskania sztangi leżąc z obciążeniami 30% i 50% maksymalnego ciężaru (1RM – One Repetition Maximum) do odmowy. Testy poprzedzała procedura rejestrowania spoczynkowej aktywności mózgowej z wykorzystaniem elektroencefalografii. Następnie grupa eksperymentalna realizowała sesje EEG biofeedback przez okres pięciu tygodni. Zapis EEG był rejestrowany w czasie rzeczywistym i prezentowany badanemu zawodnikowi w formie animacji oraz sygnałów dźwiękowych. Zadaniem badanego było utrzymanie średniej amplitudy pasma alfa w odprowadzeniu F3, poniżej ustalonego progu jak najdłużej. Przeprowadzone pomiary umożliwiły wyznaczenie dwóch zmiennych, alfa L z punktu F3 oraz alfa P z punktu F4, które następnie poddano procedurze porównawczej w celu zbadania różnic w wartościach pomiarowych. Reasumując należy zaznaczyć, iż przeprowadzony eksperyment pozwolił na szersze interpretacje końcowych wyników, bowiem oprócz monitorowania aktywności bioelektrycznej mózgu dokonano oceny świadomego sterowania stanami motywacji badanych zawodników z wykorzystaniem informacji zwrotnych.

Ocena merytoryczna pracy

Oceniając stronę merytoryczną pracy i możliwości aplikowania wyników badań do praktyki sportowej nasuwa się stwierdzenie, iż znaczna część końcowych konkluzji nadaje się do wykorzystania w procesie szkoleniowym w wielu dyscyplinach sportowych. Opracowany w sensie koncepcyjnym wskaźnik asymetrii pasma alfa (8-13 Hz) płatów czołowych tj. różnic w aktywności pasm alfa między półkulami mózgu, może odzwierciedlać poziom motywacji i stan emocjonalny badanych zawodników. W tym kontekście zakłada się, że wzrost aktywności lewej okolicy czołowej określa emocje związane z motywacją proaktywną. Natomiast wzrost aktywności okolicy czołowej prawej, skojarzony jest z emocjami wycofania się przed podjęciem działania, charakterystycznymi dla motywacji awersyjnej.

Kluczowa hipoteza pracy zakładająca, iż EEG biofeedback istotnie różnicuje wartości asymetrii pasma alfa płatów czołowych sprawdziła się istotnie w odniesieniu do zawodników grupy eksperymentalnej i nie dotyczyła grupy placebo. W tym miejscu należy zaznaczyć, że istotne modyfikacje wskaźnika FAI (Frontal Asymmetry Index) są parametrami pożądanymi i dowodzą efektywności treningu opartego o idee sprzężenia zwrotnego z zastosowaniem encefalografii. Ponadto badania wykazały wpływ zmian asymetrii pasma alfa na wytrzymałość siłową, mierzoną liczbą powtórzeń, wykonywanych do odmowy podczas przeprowadzonych prób. Średnia liczba powtórzeń w obydwu testach 30% 1RM i w opeji 50% 1RM wzrosła o cztery. W odniesieniu do grupy kontrolnej nie odnotowano podobnych efektów. Wzrost wytrzymałości siłowej grupy placebo pozostał na niezmiennym poziomie.

Uzyskane wyniki stanowią istotny wkład w złożoną i trudną do badań materię zastosowania EEG w sporcie, przy czym, na co wskazuje Autor większość doniesień naukowych jak dotychczas obejmowało wysiłki o charakterze aerobowym. W tym miejscu chciałbym w tonie polemicznym wskazać na kwestię doboru do badań - grupy zaawansowanych pod względem poziomu sportowego judoków. Specyfika wysiłkowa judo obejmuje zarówno mechanizmy wydolności tlenowej, beztlenowej jak i procesów mieszanych. Ponadto dyscyplina ta jako sport walki opiera się o nawyki ruchowe otwarte o wyjątkowych wymogach w zakresie techniki i taktyki oraz predyspozycjach psychologicznych, opartych o równowagę procesów pobudzania i hamowania. Czas walki judoków z wysoką intensywnością wynosi od kilku sekund do 10 minut (w przypadku starć po regulaminowym czasie), większość walk trwa jednak około 3-4 minuty. Judo można definiować jako sport wytrzymałościowo-siłowy z akcentami na moc wielu partii

mięśni, głównie kończyn dolnych i górnych. W tym sensie w przyszłych badaniach Kandydata możliwe byłyby dwie rekomendacje. Po pierwsze jako test motoryczny, zastosowanie wyciskania sztangi leżąc, jednakże w przypadku grup, dla których ów specyficzny wysiłek stanowi dominantę treningu np. zawodników trójboju siłowego (powerlifting), podnoszenia ciężarów lub kulturystyki. Druga sugerowana opcja badawcza to zawodnicy judo, w teście anaerobowym Wingate na kończyny górne i dolne lub wybór innych specyficznych dla tej dyscypliny zadań ruchowych.

Podsumowanie i rekomendacja

Dokonując ogólnego podsumowania pracy doktorskiej mgra Marcina Żaka należy zauważyć, iż spełnia ona kryteria w zakresie metodologii pisania prac naukowych. Autor przedstawił teorio-poznawcze podstawy dysertacji, przytaczając liczne przykłady z literatury przedmiotu co pozwoliło na sformułowanie głównej idei i celów pracy. Biorąc pod uwagę również rozdział „Dyskusja” łącznie odnotowano 211 pozycji piśmiennictwa, głównie z obszaru anglosaskiej nauki, publikacji adekwatnie dobranych do tematyki pracy. Ponadto nasuwa się stwierdzenie, iż silną stroną pracy jest sam koncept eksperymentu badawczego, który szczegółowo oceniłem w części formalnej niniejszej recenzji, jak również prezentacja wyników i zastosowane narzędzia analizy statystycznej. Rezultaty badań Autor zamieścił na 9 wykresach i 14 tabelach. Narzędzia statystyczne obejmowały logicznie dobrane metody. Między innymi, oprócz klasycznych statystyk opisowych, Kandydat sprawdził normalność rozkładu zmiennych testem Shapiro-Wilka. Założenia o sferyczności zbadał przy pomocy testu Mauchleya. W analizach wariancji przy istotnych statystycznie różnicach zastosował testy wielokrotnych porównań post-hoc Bonferoniego. Siłę efektu dla interakcji obliczył przy pomocy współczynnika eta kwadrat (η^2). W przypadku delta-efektów zmiennych, które nie miały rozkładu normalnego zastosował nieparametryczny test U Manna-Whitneya. Objętościowo praca liczy 87 stron, przy czym najdłuższy rozdział od strony 28 do 51 wypełniają „Wyniki badań”. Otwierający dysertację rozdział „Motywacja i jej diagnostyka u sportowców” liczy 10 stron, od 6 do 16 str. Ogólnie warto zauważyć, iż rozdziały metodologiczne, „Wyniki badań”, „Dyskusja”, „Wnioski” dominują w proporcjach treści pracy, co dowodzi badawczego charakteru całości dysertacji

Narracja naukowa, której Autor hołdował w toku pisania pracy dowodzi jego kompetencji w zakresie opanowania warsztatu naukowego, obsługi aparatury badawczej i kreowania pomysłów naukowych w obszarze neurofizjologii. Zwraca uwagę umiejętność

posługiwania się elektroencefalografią (EEG), będącą skomplikowanym narzędziem badania aktywności bioelektrycznej mózgu. Interpretacja sygnałów elektrycznych, zakresów częstotliwości, głównie pasma alfa, pozwala śledzić procesy czuciowe, motoryczne i poznawcze. W tym sensie nabyte umiejętności przez Kandydata umożliwiają bardziej interdyscyplinarne analizy procesu szkolenia w różnych dyscyplinach sportowych.

Nie negując atutów Kandydata, które zostały wyżej przedstawione, jako zastrzeżenie chciałbym podnieść kwestię pojęcia motywacji, które stanowi swoisty leitmotiv dysertacji. Jakkolwiek Autor wskazuje na neurofizjologiczne podejście do motywacji, akcentując walory empiryczne rejestracji sygnału EEG, to warto zauważyć, że interpretacje psychologiczne znajdują szersze zastosowanie w nauce jak i w powszechnym odbiorze znaczenia motywacji. Moim zdaniem, cennym uzupełnieniem i weryfikacją formułowanych wniosków, byłoby równoczesne zastosowanie narzędzia stricte psychologicznego, na przykład Skali Motywacji Sportowej (SMS-II) opartej na teorii samostanowienia - „Self Determination Theory”.

Należy podkreślić, iż zgromadzony materiał badawczy i końcowe wnioski wypełniają lukę w badaniach z zastosowaniem EEG, które były i są nastawione na diagnostykę zawodników sportów sensomotorycznych i dyscyplin opartych o procesy aerobowe. Niniejsze badania akcentują inny typ wysiłków, kształtujących siłę i wytrzymałość siłową oraz moc. Reasumując mgr Marcin Żak spełnia kryteria ubiegania się o najniższy stopień naukowy w karierze akademickiej. Zgromadzony materiał badawczy zapewne posłuży do przyszłych działań naukowych w tym publikacji w uznanych periodykach.

Biorąc pod uwagę całość przytoczonych wyżej spostrzeżeń i argumentów pracę doktorską mgra Marcina Żaka zatytułowaną „Wpływ treningu EEG Biofeedback na liczbę powtórzeń wykonywanych do odmowy podczas wyciskania sztangi leżąc w aspekcie asymetrii pasma alfa oraz obciążenia zewnętrznego” oceniam pozytywnie. Jednocześnie na podstawie art.190 ust. 2 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. zwracam się do Senatu Wydziału Akademii Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach o dopuszczenie pracy do dalszego procedowania w dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej.

Włodzisław Bonysławski