

dr hab. n. o k. f. inż. Michał Wychowański
ul. Marymoncka 34B m. 3
01-813 Warszawa

Warszawa, 16. 06. 2022.

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr Arkadiusza Homańczuka, Akademia Wychowania Fizycznego we Wrocławiu, zatytułowanej: ***Ocena skuteczności wpływu autorskiego programu ćwiczeń równoważnych na stabilność postawy strzeleckiej żołnierza.***

Promotor dr hab. Małgorzata Sobera prof. AWF Wrocław.

Rozprawa na stopień doktora w dziedzinie nauk o kulturze fizycznej.

Recenzja została opracowana na mocy uchwały Rady Kolegium Naukowego Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu z dnia 29 kwietnia 2022 roku.

Ocenę rozprawy wykonano zgodnie z warunkami zawartymi w (art.179 ust. 1 ustawy z dnia 03.07.2018r., Dz.U z 2018r., poz. 1669, w związku z rozporządzeniem ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora, Dz. U. z 2018 r., poz. 261).

Rozprawa została przedstawiona do recenzji w postaci oprawionego wydruku komputerowego o objętości 144 strony. Główna część pracy została podzielona na 4 rozdziały: I. Wprowadzenie, II. Cel pracy i pytania badawcze, III. Metody badania i analizy danych, IV. Wyniki badań, V. Dyskusja. Ponadto, praca zawiera rozdziały: Podsumowanie, Wnioski, Piśmiennictwo oraz streszczenia w języku polskim i angielskim. Tekst pracy zajmuje 100 stron. W pracy zamieszczono 31 rycin i 2 tabele. W pracy brak wykazu skrótów i oznaczeń.

Struktura pracy, kolejność podnoszonych tez, jak również redakcja tekstu jest prawidłowa i typowa dla dysertacji doktorskiej.

Głównym celem poznawczym podjętych przez Doktoranta badań było określenie zależności zmian kontroli równowagi ciała w postawie strzeleckiej u żołnierzy, jako efektu zastosowania autorskiego programu ćwiczeń równoważnych.

Za cel praktyczny pracy Doktorant przyjął: „uzasadnienie wdrożenia treningu równowagi, opartego na specyficznych ćwiczeniach równoważnych, do szkolenia żołnierzy Wojska Polskiego”. Do realizacji przyjętego celu rozprawy, Doktorant sformułował 3 pytania

badawcze dotyczące uzasadnienia propozycji wdrożenia, własnego programu treningu równowagi do szkolenia żołnierzy Wojska Polskiego: 1. Jakie są zmiany poziomu kontroli równowagi w efekcie zastosowania autorskiego programu ćwiczeń dla żołnierzy? 2. Jak efekt autorskiego programu ćwiczeń żołnierzy wpłynął na ich poziom zmienności kontroli ciała? 3. Jak zmienia się aktywność lewej i prawej kończyny dolnej podczas kontroli równowagi ciała żołnierzy w efekcie zastosowania autorskiego programu ćwiczeń?

Przyjęcie bardzo ważnego celu pracy eksperymentalnej, jakim jest ocena skuteczności własnego programu treningu koordynacji ruchowej w grupie żołnierzy Wojska Polskiego ma wielkie znaczenie poznawcze, w perspektywie jej wprowadzenia do szkolenia żołnierzy, jako rozpoznanie metod doskonalenia sprawności funkcjonalnej niezbędnej u żołnierzy. Równie ważny jest problem wdrożenia treningu równoważnego do opanowania przez żołnierzy jak najlepszej techniki ruchu podczas strzelania bojowego.

Obecnie, w literaturze dotyczącej badania sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi zdecydowanie dominują prace raportujące metody diagnostyki stabilograficznej stosowane w medycynie, u pacjentów z zaburzeniami równowagi, jak i u sportowców, najczęściej po urazach kończyn dolnych. Powszechnie stosowaną metodą, w diagnostyce równowagi, jest stabilografia z wykorzystaniem platform dynamometrycznych.

Pytania badawcze postawione przez Doktoranta wynikają i są uzasadniane w rozdziale I Wprowadzenie. W wyniku przeprowadzenia obszernego i skrupulatnego przeglądu dostępnej literatury, w którym autor wykazuje dogłębną wiedzę w zakresie problematyki strzelectwa bojowego. Doktorant fachowo, ciekawie i szczegółowo przedstawił: charakterystykę zadania ruchowego jakim jest strzelanie bojowe, problematykę kontroli równowagi ciała człowieka, metody treningu równowagi, skuteczność wybranych metod treningu równowagi oraz problem zależności skuteczności strzelania od stabilności postawy strzeleckiej.

Szczególnie duże znaczenie, dla opracowania eksperymentów badawczych ma też obszerny, systematyczny, przegląd metod i sprzętu stosowanego w diagnostyce sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi. Doktorant, wykorzystał 227 pozycji piśmiennictwa, ściśle dotyczącego zagadnień diagnostyki układu ruchu człowieka w szczególności w zakresie utrzymywania stabilnej postawy ciała. Zdecydowana większość przytoczonych publikacji (221) to raporty zamieszczone w renomowanych czasopismach naukowych w języku angielskim. Jedna z cytowanych publikacji jest w języku niemieckim. Pozostałe przytoczone pozycje

piśmiennictwa (15 pozycji), to prace o charakterze podręcznikowym i instruktarzowym w języku polskim.

W podrozdziale **1.1 Charakterystyka strzelectwa bojowego**. Opisano różnice pomiędzy strzelectwem bojowym, a strzelectwem sportowym. Wymieniono liczne, państwowe instytucje, które ze względu na zakres działalności korzystają z osób przygotowanych do użycia broni strzeleckiej. Przedstawiono, na podstawie przeglądu piśmiennictwa, główne problemy dotyczące szczególnie strzelectwa bojowego, wymagające uwzględnienia w treningu fizycznym strzelców bojowych. Są to ciężar plecaka i oporządzenia taktycznego oraz inne czynniki powodujące zmęczenia i w konsekwencji zmniejszenie celności podczas strzelania.

Głównym wnioskiem wynikającym z przeglądu literatury przedmiotu jest konieczność utrzymywania wysokiej sprawności fizycznej u żołnierzy, w szczególności: „...rozwijania umiejętności równoważnych, decydujących o stabilności postawy strzeleckiej”. Uznano, że w literaturze „Brakuje opracowań dotyczących rozwijania umiejętności równoważnych, decydujących o stabilności postawy strzeleckiej, stąd potrzeba konstrukcji i weryfikacji efektywności takiego programu”.

W podrozdziale **1.2 Kontrola równowagi ciała**. W sposób przystępny, opisano główne mechanizmy fizjologiczne pozwalające na utrzymywanie pionowej postawy ciała oraz wprowadzono powszechnie stosowane, w badaniach stabilograficznych pojęcia: COP – środek parcia stóp na podłoże i COM środek masy. Krytycznie oceniam, zacytowane przez Doktoranta za Shumway-Cook i Woollacott (2007) powszechnie stosowane, także w literaturze światowej, w badaniach mechanizmu utrzymywania równowagi człowieka, pojęcia „równowaga statyczna” i „równowaga dynamiczna”. W mechanice przyjmuje się podział na kinematykę, opisującą ruch ciał bez uwzględniania przyczyn (sił), które go powodują i dynamikę czyli naukę o działaniu sił, która dzieli się na statykę, równowagę sił w bezruchu i kinetykę, badanie ruchu na skutek oddziaływania sił. Zdanie wyżej wymienionych autorów: „dzielą dodatkowo równowagę na statyczną, polegającą na utrzymywaniu stabilnej pozycji podczas wykonywania zadań statycznych, oraz równowagę dynamiczną, polegającą na utrzymywaniu stabilnej pozycji podczas wykonywania zadań dynamicznych”. Równowaga statyczna występuje jeżeli są zachowane „warunki równowagi w statyce” czyli równowaga sił i momentów siły”. Jeżeli są spełnione te warunki to ciało jest w bezruchu i nie można tu mówić o utrzymywaniu równowagi. Człowiek utrzymując równowagę w pozycji stojącej musi cały czas balansować

czyli rozwijać siły aby nie utracić równowagi. Dlatego, używanie pojęcia równowaga statyczna w przypadku badania człowieka, w pozycji stojącej uważam za niewłaściwe.

W podrozdziale **1.3 Poprawa kontroli równowagi ciała pod wpływem specyficznego treningu** dokonano przeglądu publikacji dotyczących treningu kontroli równowagi ciała. Zaobserwowano, że zdolności równoważne zależą od uprawianej dyscypliny sportowej oraz że sportowcy wykazują mniejsze kołysanie niż osoby nietreningujące. Dyscypliny sportowe, których zawodnicy dysponują najlepszą stabilnością postawy to gimnastyka sportowa i strzelectwo sportowe. Bardziej doświadczeni strzelcy karabinowi charakteryzują się większą stabilnością postawy niż osoby nietreningujące w postawie stojącej z oczami otwartymi i zamkniętymi. Wśród strzelców widoczny jest wpływ doświadczenia na jakość kontroli utrzymywania pionowej postawy ciała, bardziej doświadczeni zawodnicy mają większą stabilność ciała niż zawodnicy mniej doświadczeni. Najbardziej doświadczeni strzelcy potrafią zmniejszyć wielkość wychwiał tuż przed oddaniem strzału.

W podrozdziale **1.4 Celność strzału a stabilność postawy strzeleckiej**, w wyniku dokonanego przeglądu stwierdzono, że strzelectwo wymaga od zawodnika wysokiej wrażliwości kinetycznej, wysokiej wydajności procesu utrzymywania i odzyskiwania stanu równowagi oraz wrażliwości kinestetycznej (Łysiak i Filipkowski, 2005). Wyodrębniono czynniki mające wpływ na skuteczność strzelecką: „utrzymanie statycznej postawy strzeleckiej, dostosowanie faz oddychania do wymogu utrzymania takiej postawy z zapewnieniem bezruchu klatki piersiowej w czasie celowania, utrzymanie przemieszczeń punktu wycelowania broni w zadanym rejonie celowania, powtarzanie przebiegu zmian siły nacisku palca na język spustowy (szczególnie w końcowej jego fazie), wyzwalanie strzału w fazie pomiędzy uderzeniami tętna, synchronizacja tych elementów złożenia z bronią w przedziale czasu wystarczającym dla oddania celnego strzału” (Kurzawski i wsp. 2011).

W podrozdziale **1.5 Efektywność strzelecka a kontrola równowagi postawy strzeleckiej**, na podstawie przeprowadzonego przeglądu literatury, stwierdzono i potwierdzono fundamentalne dla podjętej pracy twierdzenie, panujące także wśród praktyków i badaczy, że „wyższy poziom kontroli równowagi prowadzi do lepszych wyników strzeleckich (Herpin i wsp. 2010), a poziom równowagi strzelca jest istotnie związany z celnością strzelania z karabinu (Hryssomallis 2011). Wielu autorów reprezentuje pogląd, że „istnieje potrzeba rozwijania zdolności utrzymywania równowagi u strzelców na każdym

poziomie doświadczenia, nawet tych elitarnych, co skutkuje polepszeniem wyników strzeleckich”.

W podrozdziale **1.16 Trening równowagi** stwierdzono, że brak jednoznacznych przesłanek do programowania treningu równowagi. Konstruowanie programu treningu równowagi stwarza problemy, ponieważ jak wskazuje Kümmel i wsp. (2016) nie ustalono jakie warunki treningowe mogą najefektywniej wpłynąć na zwiększenie stabilności posturalnej. Podobnie, Lesiński i wsp. (2015a) wskazują na brak jasnych wytycznych dotyczących optymalnych parametrów dla konstrukcji programu ćwiczeń równoważnych. Według Gebel i wsp. (2019), podstawowym warunkiem uzyskania skuteczności treningu równowagi jest określenie optymalnej kombinacji i dawki modalności treningowych, rozumianych jako m. in. okres treningu, częstotliwość, objętość czy intensywność treningu. W literaturze przedmiotu istnieją duże rozbieżności nawet co do podstawowych założeń, takich jak, na przykład czas trwania treningu równowagi, który jest opisany w publikacjach, wynosi on od 4 do 12 tygodni. Podobnie, istnieje problem z definiowaniem i nazewnictwem intensywności treningu. Określenie intensywności stosowanego treningu równowagi stwarza trudności, co wydaje się wynikać z faktu, iż kontrola postawy wynika z potencjału neuronalnego a nie energetycznego (Gebel i wsp. 2019). Zdanie (str. 31 9 linia od góry): „Błędnie wykorzystywano dotychczas ocenę postrzeganego wysiłku do określania dawki ćwiczeń równoważnych, gdyż mierzą one wysiłek a nie intensywność (Gebel i wsp. 2019)” jest nie jasne. Jako intensywność treningu przyjmuje się, na przykład, siłę jako miarę intensywności, wtedy objętością jest popęd siły lub za miarę intensywności można przyjąć moc rozwijaną w czasie treningu i wtedy praca jest miarą objętości. Jak zdefiniowany był wysiłek w omawianej pracy, skoro był mierzony?. Podobnie, następane zdanie: „Gebel i wsp. 2018 postulują, że intensywność treningu oraz trudność zadań równoważnych mogą być wskaźnikami dla przewidywania skuteczności treningu równoważnego, jednakże jak wskazuje Farlie i wsp. (2018) brakuje narzędzi do ilościowego określania intensywności treningu równowagi. Nie zgadzam się z tym stwierdzeniem, efekt treningu można ocenić wyłącznie na podstawie pomiaru zmian cech fizycznych sportowca, strzelca takich jak siła, moc i oceny zmiany techniki ruchu. W omawianym przypadku oceny sprawności mechanizmu utrzymywania równowagi można dokonać na podstawie kryterium, w postaci minimalizacji długości ścieżki TL (*trace length*) środka parcia stóp na podłożu COP (*centre of pressure*). Takie pomiary można wykonać na platformie dynamometrycznej. Autorzy publikacji (Anderson i Behm 2005) proponują

zwiększenie trudności, która spowoduje zwiększenie wymiaru zaburzeń postawy, poprzez wyłączenie dopływu bodźców wzrokowych lub badanie jednonóż.

Obydwa takie utrudnienia rutynowo stosuje się u badanych pacjentów i sportowców w Centralnym Laboratorium AWF Warszawa. U ludzi młodych sprawnych fizycznie nie stosuje się badań stabilności postawy na dwóch kończynach dolnych z oczami zamkniętymi i otwartymi, bo są one zbyt łatwe i badani na dwóch KKD mają często lepsze wyniki podczas stania z oczami zamkniętymi niż otwartymi. W przypadku młodych sprawnych fizycznie osób stosuje się badania równowagi wyłącznie na jednej KD z oczami otwartymi lub zamkniętymi.

Burdet i wsp. 2011 stwierdzili, że ćwiczenia wykonywane jednonóż mają wpływ na kontrolę równowagi w postawie obunóż. Gonçaves i wsp. (2020) podają, że trening na stabilnym podłożu skutkuje podobnymi wynikami w poprawie równowagi jak ćwiczenia na niestabilnym podłożu, jednakże pomiary równowagi w jego badaniu nie odbywały się za pomocą platform sił. Jak w tym przypadku oceniano zmiany sprawności utrzymywania równowagi?

Bardzo dobrze oceniam przeprowadzony przez Doktoranta obszerny przegląd literatury dotyczący treningu równowagi żołnierzy. Dzięki rozpoznaniu szeregu zagadnień związanych z diagnostyką układu równowagi oraz treningiem równowagi Doktoranta miał mocno uzasadnione podstawy do sformułowania pytań badawczych i zaplanowania badań.

Problem oceny skuteczności treningu jest bardzo skomplikowany i rozwiązywany zwykle na gruncie wielu różnych nauk z zastosowaniem swoistych metod badawczych i specyficznym nazewnictwem. Z tymi problemami Doktorant bardzo dobrze sobie poradził.

Dla usystematyzowania metodyki dotyczącej diagnostyki funkcjonalnej sportowców, pacjentów, żołnierzy należy przyjąć za ś. p. prof. Kazimierzem Fidelusem, że wynik sportowy zależy od dwóch głównych czynników: cech fizycznych i techniki ruchu oraz taktyki i psychiki. Cechy fizyczne takie jak BH, BM, MVC, Moc, Momenty siły uzyskuje się w drodze pomiaru, najczęściej w laboratorium. Technika ruchu, czyli sposób utrzymywania równowagi oceniana jest zgodnie z przyjętym kryterium, takim kryterium oceny techniki ruchu może być asymetria, długość ścieżki parcia stóp na podłoże TL itd. Podsumowując, w większości dyscyplin sportowych, do oceny funkcjonalnej skuteczności treningu, trzeba mierzyć siłę i oceniać technikę ruchu zgodnie z przyjętym kryterium oceny. Ze względu na różnorodne metody pomiarów cech fizycznych jak i różnorodne kryteria oceny i pomiaru parametrów techniki

ruchu spotykane w literaturze, wyniki oceny skuteczności treningu są, najczęściej nieporównywalne.

W rozdziale **III METODY BADANIA I ANALIZY DANYCH** przedstawiono charakterystykę badanych grup. W badaniach uczestniczyły dwie grupy żołnierzy: grupa eksperymentalna (n=28) i grupa kontrolna (n=36). Żołnierze byli w wieku do 25 lat. Na wstępie wykonywali test sprawności fizycznej podczas którego oceniano: marszobieg lub pływanie w czasie 12 minut, pociąganie na drążku lub uginanie ramion w podporze leżąc przodem, siady z leżenia w czasie 2 minut oraz bieg po kopercie lub bieg wahadłowy na dystansie 10x10 metrów.

Jakie jest uzasadnienie zastosowania 3 kryterium włączenia do badań: „postawa strzeleckiej stojąc z lewą kończyną wykroczną” ? (s.39)

Badania przeprowadzono na 2 platformach dynamometrycznych AccuSway firmy AMTI z odpowiednim oprogramowaniem firmowym. Program obliczał przemieszczenia, w funkcji czasu w kierunku: przyśrodkowo-bocznym, przednio-tylnym, odchylenia standardowe w kierunku przyśrodkowo-bocznym i w kierunku przednio-tylnym oraz pole elipsy przemieszczeń COP i średnią prędkość przemieszczeń. Badania odbywały się zgodnie z przyjętą procedurą badawczą. Nie jest właściwe nazywanie platformy „platforma sił” co może powodować nieporozumienia, lepiej platforma dynamometryczna lub platforma stabilograficzna.

Test gwiazdy jest znany od bardzo dawna, był stosowany bez komputera, polegał na sięgnięciu jak najdalej podłóża. W pracy zastosowano ćwiczenia, które były podobne do SEBT (Star Excursion Balance Test) ale nie do testowania równowagi tylko do ćwiczeń równoważnych.

W pracy szczegółowo przedstawiono organizację i przebieg ćwiczeń oraz pomiarów. Dokonano tego na podstawie informacji uzyskanych podczas przeglądu piśmiennictwa, ale widać, że było to także wynikiem dużego doświadczenia teoretycznego i praktycznego Doktoranta, w zakresie treningu strzeleckiego. Organizacja badań i treningu żołnierzy pod względem sportowym, wojskowym i naukowym została zaplanowana profesjonalnie.

Uzyskane dane pomiarowe poddano testom rozkładu Shapiro-Wilka i stwierdzono, że większość rozkładów nie spełnia warunków normalności. Dlatego, do dalszej analizy statystycznej zastosowano testy nieparametryczne: Kruskala-Wallisa, U Manna-Whitneya, Wilcoxon. Wyniki eksperymentów, na dwóch etapach badań, po przeprowadzonej analizie statystycznej, przedstawiono na rycinach od 8 do 31.

W rozdziale **V DYSKUSJA** dokonano szczegółowych porównań uzyskanych wyników z wynikami opublikowanymi przez innych autorów. Tak jak wspomniałem na początku recenzji, bardzo trudno jest wyciągać wnioski z porównania wyników pomiarów różnych autorów ponieważ nie są znane dokładne procedury przebiegu eksperymentu, sposobu pomiaru i uwarunkowań metrologicznych oraz sposobu obliczania wskaźników stosowanych do oceny testów stabilograficznych. Dlatego, porównywanie wyników prób stabilograficznych wykonanych na różnym sprzęcie pomiarowym nie jest miarodajne. Porównywanie wyników pomiarów, na różnych etapach eksperymentu, jest uzasadnione jeżeli pomiary dokonywane są na tym samym sprzęcie i według tych samych procedur. Przeprowadzony przez Doktoranta eksperyment spełniał powyższe wymagania metrologiczne i dlatego uzyskane wyniki należy uznać za rzetelne.

W **Podsumowaniu** Doktorant stwierdza „...aktywność kończyn dolnych nie uległa poprawie w grupie eksperymentalnej...” Jakie kryterium zastosowano do oceny aktywności kończyn dolnych i jakie ono ma znaczenie w ocenie stabilności postawy strzelców?

Rozprawę kończą 4 wnioski z których 1, 2, i 4 nie budzą zastrzeżeń, potwierdzają realizację przyjętego celu pracy oraz odpowiadają na postawione pytania. Wydaje się, że wniosek 3 nie ma większego znaczenia w ocenie wyników treningu strzeleckiego.

Jeszcze raz podkreślam wysoką jakość przeprowadzonego przeglądu piśmiennictwa, zaplanowania programu treningu równowagi i przeprowadzenia eksperymentu.

Biorąc pod uwagę ewentualną kontynuację badań skuteczności treningu doskonalącego sprawność mechanizmu równowagi strzelców sugeruję podjęcie dyskusji nad wprowadzeniem standardu diagnostyki funkcjonalnej strzelców w postaci: 1. Oceny pomiaru równowagi „ogólnej”, „posturalnej”, na platformie stabilograficznej według kryterium długości ścieżki parcia stóp na podłoże TL. 2. Oceny siły chwytu lub momentów siły stawu łokciowego. 3. Oceny wahań ręki, za pomocą przyspieszeniomierzy, od momentu przyjęcia „postawy strzeleckiej” do oddania strzału. Kryteria oceny techniki oddania strzału i oceny równowagi posturalnej należy znormalizować ze względu na istotny, nie liniowy wpływ BH na wyniki pomiaru długości ścieżki parcia stóp na podłoże (TL) w próbach stabilograficznych i oczywisty wpływ BM na wyniki pomiarów siły i momentu siły.

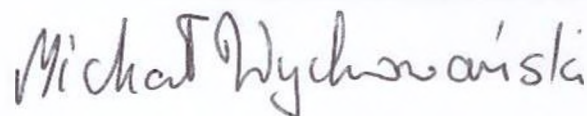
Należy, stosować wielokrotne pomiary parametrów oceny równowagi, ponieważ sterowanie funkcjami ruchowymi człowieka ma charakter stochastyczny, zgodnie z teorią Bernsteina: „... dany ruch można zrealizować z nieskończoną liczbą wzorców aktywacji

mięśni....mimo że cel można osiągnąć na nieskończoną liczbę sposobów, wiele badań ujawniło bardzo spójne i stereotypowe wzorce kinematyki i aktywacji mięśni. Oczywiście ośrodkowy układ nerwowy (OUN) jest w stanie odpowiednio kontrolować wiele stopni swobody” Nicolaj Bernstein (1947) „On the Construction of Movements” za Wikipedia.

Przedstawiona do recenzji praca spełnia wymagania stawiane rozprawie doktorskiej. Podjęta tematyka dotyczy bardzo ważnego problemu jakim jest doskonalenie sprawności funkcjonalnej żołnierzy Wojska Polskiego i wielu innych służb. Uzyskane przez Doktoranta wyniki oceny stabilności postawy podczas strzelania i opracowany program treningu strzeleckiego powinny być wykorzystane w treningu strzeleckim.

Wnioskuje do Wysokiej Rady Kolegium Naukowego Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu o dopuszczenie mgr Arkadiusza Homańczuka do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

dr hab. inż. Michał Wychowański



PS

Proszę uprzejmie o odpowiedź na piśmie, na powyższą recenzję.