

Recenzja rozprawy doktorskiej

**mgr. Michała Breszki pt. " Wpływ ukierunkowanego treningu fizycznego podchorążych
Lotniczej Akademii Wojskowej na tolerancję przyspieszeń +Gz"**

We wstępie do rozprawy uzasadniającym podjęcie badań własnych, mgr Michał Breszka zwrócił szczególną uwagę na zagadnienia występowania trudności w praktycznym rozwiązaniu problemu poprawy tolerancji przyspieszeń +Gz. Dotyczą one precyzyjnego określenia charakteru występujących u badanego kandydata na pilota reakcji fizjologicznych i psychologicznych. Stąd eksperyment badawczy wymaga spełnienia kilku niezbędnych warunków. Jednym z nich jest zapewnienie podobnych parametrów ekspozycji na przyspieszenia +Gz w zakresie jego wielkości, szybkości narastania i czasu trwania (tzn. parametrach fizycznych). Drugim istotnym elementem eksperymentu jest zastosowanie bodźców zbliżonych do warunków istniejących w czasie realnego lotu, ustalonych dla pilotów wojskowych.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania praca doktorska mgr. Michała Breszki jest jak najbardziej aktualna, a wybór tematu wpisuje się w nurt badań z zakresu poszukiwania optymalnych form treningu fizycznego dla kandydatów na pilotów samolotów wysokomanewrowych. Promotorem rozprawy jest dr hab. prof. AWF Ryszard Jasiński kierownik Zakładu Biologii Człowieka na Wydziale Fizjoterapii AWF we Wrocławiu. Promotorem pomocniczym dr pil. Ryszard Hać z Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie, posiadający uprawnienia instruktora-pilota samolotów wysokomanewrowych.

Przedstawiona do oceny rozprawa liczy 132 strony wydruku komputerowego, w tym 101 stron tekstu podstawowego (plus streszczenia w j. polskim i w j. angielskim; wykaz tabel i rycin). Praca zawiera 34 tabele, 32 ryciny oraz 161 pozycje starannie dobranej literatury (plus dwa akty prawne oraz 5 pozycji aktualnych stron internetowych). W języku angielskim jest 50,3 % pozycji literaturowych. Piśmiennictwo zawiera najważniejsze prace autorów polskich z zakresu przygotowania fizycznego pilotów, tolerancji przyspieszeń oraz profilaktyki choroby powietrznej. Podobnie autorzy zagranicą reprezentują wiodące ośrodki medycyny lotniczej na świecie, w tym członków Międzynarodowej Akademii Medycyny Lotniczej i Kosmicznej (IAASM) oraz panelistów RTC NATO (raporty z badań

pilotów wojskowych). Tekst główny (bez streszczeń) został podzielony na siedem numerowanych rozdziałów, typowych dla prac promocyjnych.

W części teoretycznej rozprawy (Wstęp; rozdział 1) mgr Michał Breszka umiejętnie posiłkuje się bogatą literaturę przedmiotu i w sposób wysoce kompetentny przedstawia podjęte problemy badawcze. Ich treść jest zawarta w dwóch podrozdziałach oraz ośmiu rozwinięciach tematycznych: 1.1. Czynniki wpływające na tolerancję ustroju pilota wojskowego na przyspieszenia +Gz; 1.1.1. Definicja i podział przyspieszeń; 1.1.2. Wpływ przyspieszeń na organizm pilota; Błąd! Nie zdefiniowana zakładka.1.1.3. Choroba powietrzna; 1.1.4. Dezorientacja przestrzenna podczas lotu; 1.1.5. Wpływ przyspieszeń na układ mięśniowo-szkieletowy kręgosłupa. 1.2. Kondycyjne przygotowanie do lotu jako element treningu fizycznego poprawiającego tolerancję ustroju pilota wojskowego na przyspieszenia +Gz; 1.2.1. Manewry przeciwwprzeciążeniowe; 1.2.2. Wykorzystanie wirówki przeciążeniowej w szkoleniu lotniczym; 1.2.3. Ogólna charakterystyka autorskiego treningu ukierunkowanego. W tym miejscu na uwagę zasługuje dołączenie filmów instruktażowych (po zeskanowaniu specjalnego kodu QR), z ćwiczeń na LGPS, co ułatwia czytelnikowi zapoznanie się ze specyfiką szkolenia fizycznego podchorążych LAW.

W oparciu o dokonaną analizę bogatego piśmiennictwa, Doktorant poprawnie sformułował cel główny badań, którego zadaniem była ocena udziału „autorskiego treningu ukierunkowanego” i jego ewentualny wpływ na poprawę tolerancji ustroju pilota wojskowego na przyspieszenia +Gz oraz wpływ ćwiczeń na lotniczych gimnastycznych przyrządach specjalnych na poprawę odporności na chorobę powietrzną w kontekście poprawy zdolności do wykonywania lotów (ang. *flight performance*). Rozwijając cel główny pracy mgr. M. Breszka sformułował dwa pytania badawcze: 1) W jakim stopniu „autorski trening ukierunkowany” oraz ćwiczenia na LGPS są w stanie wpłynąć na poprawę zdolności pilotów-podchorążych do wykonywania lotów (ang. *flight performance*), uwzględniając tolerancję na przyspieszenia +Gz oraz odporność na chorobę powietrzną? 2) O jaką wartość +Gz zmieni się (wzrośnie lub zmaleje) poziom tolerancji ustroju pilota-podchorążego samolotów wysokomanewrowych na przyspieszenia +Gz w rezultacie poddania go „autorskiemu treningowi ukierunkowanemu”? W następnej kolejności Doktorant przedstawił hipotezy badawcze, uwzględniające korzystny efekt zastosowanego treningu.

Materiał i metody. W pracy posłużono się wynikami badań 21 podchorążych Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie. Wiek badanych był w przedziale od 20 do 25 lat. Badani zostali podzieleni na dwie grupy: grupa podchorążych realizująca „autorski trening ukierunkowany” (grupa I eksperymentalna n=9) oraz grupa podchorążych realizujących

standardowy program z wychowania fizycznego w szkolnictwie wojskowym (grupa II kontrolna n=12). Badani podchorążowie studiowali na kierunku pilot samolotu odrzutowego (PSO). Kwalifikacje na studia w LAW uzyskali po badaniach w Rejonowej Wojskowej Komisji Lotniczo-Lekarskiej (RWKLL) w Warszawie, gdzie otrzymali najwyższą kategorię zdrowia na samoloty wysokomanewrowe (Z-IA). Zgodę na przeprowadzenie projektu badań naukowych udzieliła Komisja Bioetyczna przy Wojskowej Izbie Lekarskiej na podstawie uchwały nr 177/20 z dnia 20.11.2020

Badania podchorążych zostały przeprowadzone dwukrotnie przed (badanie I) i po (badanie II) okresie realizacji 6-miesięcznego ukierunkowanego treningu fizycznego w obydwu grupach (kontrolnej, eksperymentalnej), które realizowały także standardowy trening na LGPS. Badania obu grup zostały przeprowadzone w dwóch etapach. W pierwszym etapie przeprowadzono badania granicy tolerancji na przyspieszenia +Gz, stosując programu liniowego narastania przyspieszeń (GOR) na wirówce przeciążeniowej (wirówka fumy AMST-Systemtechnik GmbH 2011) przed ukierunkowanym oraz standardowym treningiem (badanie I). Testy wirowania zostały wykonane w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie w Zakładzie Szkolenia i Treningu Lotniczo-Lekarskiego. Badania prowadził specjalista medycyny lotniczej, będący ekspertem od fizjologii przyspieszeń oraz zaburzeń orientacji przestrzennej. Etap drugi obejmował ponowne sprawdzenie tolerancji przyspieszeń +Gz (badanie II na wirówce przeciążeniowej). W etapie tym zostały wykonane badania zdolności motorycznych (siła, zwinność, wytrzymałość, szybkość, moc), cech somatycznych (wiek, masa ciała, wysokość ciała) oraz habituacji układu przedsionkowo-vegetatywnego na łopięciu odczepowanym (proba Jędrysa). Badania zostały przeprowadzone dwukrotnie przed (badanie I) i po (badanie II) realizacji ukierunkowanego treningu fizycznego w obydwu grupach. Obu badania zostały wykonane w Ośrodku Szkolenia Kondycyjnego Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie. Okres szkolenia fizycznego dla obu grup podchorążych obejmował 45 jednostek treningowych dwugodzinnych (90 godzin lekcyjnych trwających po 45 min.) realizowanych w ciągu jednego semestru (3 x 90 min. w tygodniu). Ćwiczenia na LGPS trwały łącznie 15 godzin lekcyjnych. Badanym zostały zapewnione jednakowe warunki zakwaterowania oraz wyżywienia. W czasie badań na wirówce rejestrowane były w sposób ciągły: wartość przyspieszenia +Gz, EKG i wskaźniki fizjologiczne: HR, częstość oddechów i amplituda pulsacji naczyń tętniczych płata usznego. Odpowiedzi na bodźce wzrokowe (rejestracja zmian obwodowego pola widzenia) i kontakt głosowy z prowadzącym badanie lekarzem lotniczym świadczyły o zachowaniu świadomości sytuacyjnej badanych podchorążych.

Ocena habituacji układu przedsionkowo-vegetatywnego wykonywana była na loopingu. Test (Próba Jędrusa) wykonywano w pozycji stojącej na huśtawce-loopingu odczopowanym, będącym na wyposażeniu Ośrodka Szkolenia Kandydacyjnego IAW w Dęblinie. Przy pomocy współwiczącego badany obracany jest w podłużnej osi ciała z częstotliwością jeden obrót w czasie dwóch sekund. Próba zostaje przerwana z chwilą wystąpienia objawów choroby powietrznej. Kryteria oceny polegały na wykonywaniu ww. czynności w określonym czasie.

Założeniem „autorskiego treningu ukierunkowanego” było systematyczne wykonywanie dwa razy w tygodniu ćwiczeń siłowych z użyciem własnej masy ciała. Zwracano uwagę na nauczanie (usprawnianie) prawidłowego oddychania, zwiększanie tężni brzusznej i wytrzymałości mięśniowej jako przygotowanie pilotów samolotów wysokomanewrowych do wykonywania tzw. manewrów napinających (próba M-1, L-1). Ćwiczenia prowadzono w seriach, których liczba była uzależniona od postępów ćwiczących.

Statystyczna analiza wyników badań została przeprowadzona z wykorzystaniem metod obejmujących statystyki opisowe, zależności korelacyjne, analizę wariancji oraz testy statystyczne dedykowane porównaniom prób zależnych. Przyjęto poziom istotności, który wynosił 0,05. Dodatkowo, zastosowano analizę ANOVA umożliwiającą porównanie więcej niż dwóch prób. Obliczenia przeprowadzono z użyciem programu STATISTICA w wersji 13.3 oraz R - środowiska do obliczeń statystycznych i wizualizacji wyników.

Zastosowane w pracy procedury badawcze (w tym unikatowe przyrządy diagnostyczno-treningowe oraz nowoczesna aparatura), „autorski trening ukierunkowany” oraz obliczenia statystyczne zostały dobrane właściwie, stosownie do celu poznawczego oraz postawionych pytań i hipotez badawczych.

Wyniki badań przedstawiono w sposób czytelny w logicznej kolejności analizowanych danych, zestawiając je w czterech podrozdziałach: 4.1. Statystyki opisowe: 4.1.1. Wskaźniki somatyczne; 4.1.2. Wskaźniki sprawności fizycznej; 4.2. Poprawa kondycji fizycznej pilotów - uzasadnienie statystyczne; 4.3. Analiza korelacji; 4.4. Analiza wariancji ANOVA Doktorant w sposób wysoce kompetentny interpretuje najważniejsze zmienne i występujące zależności. Wskazuje to na Jego poprawny warsztat naukowy oraz bardzo dobrą znajomość zagadnień przygotowania fizycznego kandydatów oraz pilotów samolotów wysokomanewrowych, w kontekście uzyskania jak najwyższej sprawności do wykonywania lotów (*flight performance*). Co przekłada się na wysoką tolerancję przyspieszeń +Gz oraz odporność na chorobę powietrzną.

W rozdziale „Dyskusja (Rozdział V)”, stanowiącym istotny element rozprawy, mgr Michał Breszka omówił wyniki badań własnych w odniesieniu do wiedzy na temat wpływu na organizm pilota zróżnicowanych oraz specjalnych ćwiczeń fizycznych. Rolą tych ćwiczeń było zwiększenie tolerancji przyspieszeń +Gz oraz zwiększenie odporności na chorobę powietrzną. W logicznej kolejności przeprowadzonych badań i analiz dyskutuje wiedzące fragmenty rozprawy, posługując się poprawnie w analizie porównawczej wynikami badań innych autorów. Doktorant zwraca słusznie uwagę, że cyt. „tzw. standardowy program treningu fizycznego podchorążych kierunku pilot samolotu odrzutowego (PSO) był weryfikowany przez wiele lat w LAW i dawał korzystne efekty w podnoszeniu odporności na chorobę powietrzną oraz tolerancję na przyspieszenia +Gz. Natomiast program „autorskiego treningu ukierunkowanego” dodatkowo usprawnił dotychczasowy system szkolenia Kondycyjno-Sprawnościowego Przygotowania do Lotów (KSPdL). Stąd trudno było oczekiwać radykalnej poprawy badanych wskaźników. Przy czym, każda poprawa (choćby niewielkiego stopnia) tolerancji na przyspieszenia +Gz i odporności na chorobę powietrzną, a także wybranych zdolności motorycznych, zwiększa w istotnym stopniu zdolność do wykonywania lotów i poprawia ich bezpieczeństwo, zwłaszcza w deficycie czasu i w sytuacjach awaryjnych”. Mgr M. Breszka na koniec dyskusji odnosi się do najnowszych kierunków badań, obejmujących badania genetyczne koreańskich kandydatów na pilotów samolotów wysokomanewrowych (F-15). Wskazuje na powiązania genotypu ACE (ang. *angiotensin converting anzyme*) z tolerancją przyspieszeń o szczytowej wartości +8,5 Gz. Świadczy to o realizmie poznawczym Doktoranta, wskazującym na świadomość istnienia szeregu innych czynników mogących wpływać na tolerancję fizycznych czynników lotu. Podsumowując dyskusję, zwraca uwagę na optymalny dobór kandydatów do lotnictwa wojskowego, w oparciu o genotyp, wskaźniki fizjologiczne, biochemiczne, antropometryczne oraz sprawnościowo-wydolnościowe.

Wnioski. Doktorant przedstawił cztery wnioski będące rozwiązaniem celu poznawczego rozprawy i odpowiedzią na postawione pytania i hipotezy badawcze. Przy czym na pytanie badawcze drugie dotyczące wartości poprawy tolerancji przyspieszeń +Gz, nie w pełni odpowiada wniosek nr 3. Bardziej adekwatne byłoby postawienie pytania czy zwiększa się pułap tolerancji przyspieszeń +Gz po realizacji ukierunkowanego treningu fizycznego. Odpowiada to postawionej hipotezie statystycznej H1: badani z grupy eksperymentalnej charakteryzują się średnio większą poprawą pułapu tolerancji na przyspieszenia +Gz niż badani z grupy kontrolnej. Przy czym kwestia występowania poprawy jest bezdyskusyjna w przypadku testu badania granicy tolerancji na przyspieszenia +Gz.

Za szczególnie istotne dla lotnictwa wojskowego uważam wnioski nr 1, 3 i 4. 1) Zastosowanie „autorskiego treningu ukierunkowanego” u podchorążych LAW (rozwijanie określonych grup mięśniowych w połączeniu z ćwiczeniami oddechowymi oraz ćwiczeniami na LGPS) wpłynęło korzystnie na poprawę tolerancji na przyspieszenia +Gz oraz odporność ustroju na chorobę powietrzną; 3) Przedstawione metody treningu fizycznego okazały się skuteczne u młodych pilotów w poprawie tolerancji na przyspieszenia +Gz na wirówce przeciążeniowej (program liniowy) oraz czasowego utrzymania świadomości sytuacyjnej na szczycie działania przyspieszeń; 4) Zastosowany program treningowy może być przydatny w profilaktyce choroby powietrznej, poprawie tolerancji na przyspieszenia +Gz oraz niwelowaniu zaburzeń świadomości sytuacyjnej podchorążych LAW. Ćwiczenia te powinny być zalecane jako stały element treningu uzupełniającego w przyjętym systemie (programie) Kondycyjno-Sprawnościowego Przygotowania do Lotów.

Uwagi recenzenta:

- 1) Podrozdz. 1.1.4. Dezorientacja przestrzenna podczas lotu. Na str. 17 podano informacje o symulatorze dezorientacji przestrzennej GYROLAB, ze stosownym odniesieniem literaturowym. Zabrakło zdaniem recenzenta publikacji autorstwa Klucha W. (Badania fizjologiczne przebiegu restytucji narządu przedsionkowego u osób poddawanych przyspieszeniom w symulatorze GYRO IPT, Polski Przegląd Medycyny Lotniczej, 2003; 4(9):399-415), gdzie opisuje badania wykonywane w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej.
- 2) Podrozdz. 1.2.1 Manewry przeciwprzeciążeniowe. Doktorant w sposób klarowny przedstawił dwa rodzaje manewrów przeciwprzeciążeniowych (ang. *Anti-G Straining Manoeuvre* - AGSM) stosowanych w Lotnictwie Sił Zbrojnych RP, tj. manewr M-1 oraz L-1. W lotnictwie USA stosuje się również manewr trzeci nazywany „Hook” lub „Hook-Kah”, będący modyfikacją manewru L-1. Czy Doktorant widzi potrzebę szkolenia podchorążych kierunku samoloty odrzutowe w poprawnym wykonywaniu tego manewru?
- 3) Dyskusja str. 87 - Doktorant opisuje przypadki utraty świadomości przez pilotów wskutek nieprawidłowego wykonywania AGSM podczas działania przyspieszeń +Gz, określanych jako Ci-LOG (ang. *G-induced loss of consciousness*). Opisane przypadki dotyczą treningów wykonywanych na wirówce przeciążeniowej. W literaturze przedmiotu (Newman D.G., 2015) opisywana jest również innego rodzaju utrata świadomości pod nazwą A-LOG (ang. *almost loss of consciousness*). Jest to stan

pośredni między zaburzeniami wzroku a pełną utratą świadomości. Czy podchorążych kierunku samoloty odrzutowe należy również edukować w tym zakresie?

- 4) Dyskusja str. 91 - cyt. "Obecnie w Siłach Powietrznych USA w odniesieniu do pilotów samolotów wysokomanewrowych obowiązuje specjalny program wszechstronnego treningu tzw. FACP (ang. *The Fighter Aircrew Conditioning Programme*). Obejmuje on (ang. *comprehensive program*) następujące elementy: kształtowanie sprawności sercowo-naczyniowej, poprawę siły i wytrzymałości mięśniowej, kształtowanie równowagi i stabilizacji oraz gibkości, przy czym uzasadnia celowość takiego treningu (*Operations G Awareness for Aircrew 2014*)". Mając na uwadze zaznaczoną wszechstronność treningu pilotów samolotów wysokomanewrowych chciałbym się odnieść do programu szkolenia fizycznego podchorążych-pilotów w LAW. Czy w realizacji programu szkolenia fizycznego podchorążych starszych roczników uwzględniany jest pentathlon lotniczy (ang. *aeronautical pentathlon* - PAIM). W ramach mistrzostw i igrzysk Międzynarodowej Rady Sportu Wojskowego (ang. *International Military Sport Council* - CISM) jest to jedna z podstawowych dyscyplin sportowych. W świetle wspólnych badań specjalistów szwedzkich i fińskich. PAIM odgrywa ważną rolę w treningu fizycznym pilotów samolotów myśliwskich, zwiększając istotnie tolerancję przyspieszeń +Gz (Rusko H., Kuronen P., Balldin U., Tesch P., *The Effect of the Physical Fitness Training on Pilots' G-tolerance*, CISM Magazine 1990, Sport Internationale, no 82:22-24).

Przedstawione uwagi mają charakter jedynie porządkujący i uzupełniający, i nie mają wpływu na wysoką ocenę merytoryczną niniejszej rozprawy.

Uwzględniając całość zaplanowanych i wykonanych badań przez mgr. Michała Breszkę oraz poprawną analizę i interpretację wyników badań, stwierdzam, że rozprawa doktorska spełnia warunki określone w art.179 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 poz. 1668 ze zm.), art. 192 ust. 2 pkt 5 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.) nr 65 poz. 595 z późniejszymi zmianami.

Uwzględniając powyższe dokonania Doktoranta i przedstawione opinie, stawiam wniosek do Wysokiej Rady Nauk o Kulturze Fizycznej Akademii Wychowania Fizycznego Józefa Piłsudskiego w Warszawie o dopuszczenie mgr. Michała Breszki do dalszych etapów przewodu doktorskiego. Ponadto stwierdzam, że obecne badania podchorążych LAW dotyczące tolerancji przyspieszeń +Gz oraz oceny efektów ćwiczeń na LGPS na habituację układu przedsionkowo-vegetatywnego, przy realizacji półrocznego autorskiego programu

ukierunkowanego treningu fizycznego, stanowią novum w literaturze przedmiotu. Kolejnym osiągnięciem Doktoranta jest dokonanie kolejnej optymalizacji Kondycyjno-Sprawnościowego Przygotowani do Lotów (KSPdL), a wnioski poznawcze i aplikacyjne są ważne dla szkolenia lotniczego podchorążych kierunku samoloty odrzutowe. Ich wartość dotyczy zarówno nauk o kulturze fizycznej, jak i fizjologii i medycyny lotniczej. Rozprawa odpowiada dziedzinie nauk medycznych i nauk o zdrowiu w dyscyplinie nauki o kulturze fizycznej. Mając na uwadze powyższe dokonania Doktoranta stawiam wniosek o wyróżnienie pracy.

prof. dr hab. med. Krzysztof Klukowski