

## **STRESZCZENIE**

Wpływ ukierunkowanego treningu fizycznego podchorążych Lotniczej Akademii Wojskowej na tolerancję przyspieszeń +Gz.

### **Cel pracy**

W niniejszej pracy podjęto próbę eksperymentalnego potwierdzenia, że włączenie do procesu przygotowania kondycyjnego kandydata na pilota samolotów wysokomanewrowych „autorskiego treningu ukierunkowanego” realizowanego w Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie może wpłynąć na poprawę tolerancji ustroju pilota wojskowego na przyspieszenia +Gz oraz zwiększyć odporność na chorobę powietrzną poprzez ćwiczenia na LGPS.

### **Cel badań i pytania badawcze**

**Celem badań** jest ocena udziału „autorskiego treningu ukierunkowanego” i jego ewentualny wpływ na poprawę tolerancji ustroju pilota wojskowego na przyspieszenia +Gz oraz wpływ ćwiczeń na LGPS na poprawę odporności na chorobę powietrzną w kontekście poprawy zdolności do wykonywania lotów (ang. *flight performance*).

### **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”?

## **Hipotezy badawcze**

1. „Autorski trening ukierunkowany” kształtuje pożądane wskaźniki sprawności fizycznej (siła, szybkość, koordynacja napięć izometrycznych mięśni skorelowanych z forsownym wydechem), przygotowując do poprawnego wykonywania manewrów napinających (próba M-1, L-1), a uzupełniony ćwiczeniami na LGPS ma wpływ na korzystny poziom habituacji narządu przedśionkowego (zwiększenie odporności na chorobę powietrzną).
2. W wyniku zastosowania „autorskiego treningu ukierunkowanego” nastąpi poprawa tolerancji na przyspieszenia +Gz, co wpłynie na utrzymanie świadomości sytuacyjnej oraz sprawność działania pilota, szczególnie przy występowaniu wolno narastających przyspieszeń +Gz.

## **Materiał i metody**

Badaniom poddano 21 podchorążych Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie. Wiek badanych zawierał się 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 stanowili jednorodny materiał porównawczy, bowiem obie grupy studiowały na kierunku pilot samolotu odrzutowego (PSO) i byli wyselekcjonowani przez Rejonową Wojskową Komisję Lotniczo-Lekarską (RWKLL) w Warszawie, gdzie otrzymali najwyższą kategorię zdrowia na samoloty wysokomanewrowe (Z-IA). Zgodę na przeprowadzenie projektu eksperymentu medycznego udzieliła Komisja Bioetyczna przy Wojskowej Izbie Lekarskiej na podstawie uchwały nr 177/20 z dnia 20.11.2020 r.

## **Organizacja i przebieg badań**

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.

Etap pierwszy obejmował badania granicy tolerancji na przyspieszenia +Gz określonym za pomocą programu liniowego narastania przyspieszeń (GOR) z wynikami oceny intensywności i monitorowania pomiaru częstości skurczów serca (HR MAX oraz Delta HR od 1,4–5,7 G) na wirówce przeciążeniowej przed (badanie I) i po (badanie II) realizacji ukierunkowanego treningu fizycznego w obydwu grupach. Oba badania zostały wykonane w Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej w Warszawie.

Etap drugi obejmował sprawdzenie skuteczności ukierunkowanego treningu fizycznego prowadzącego do poprawy tolerancji na przyspieszenia +Gz. W etapie tym zostały wykonane badania zdolności motorycznych (siła, zwinność, wytrzymałość, szybkość, moc), cech somatycznych (wiek, masa ciała, wysokość ciała) oraz habituacji układu przedsionkowo-wegetatywnego na loopingu odczopowanym. Badania zostały przeprowadzone dwukrotnie przed (badanie I) i po (badanie II) realizacji ukierunkowanego treningu fizycznego w obydwu grupach. Oba badania zostały wykonane w Ośrodku Szkolenia Kondycyjnego Lotniczej Akademii Wojskowej w Dęblinie.

W obydwu grupach okres szkolenia fizycznego 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 podczas okresu szkolenia.

## **Metodyka badań**

Ocena tolerancji przyspieszeń +Gz wykonywana została na symulatorze lotniczym – wirówce przeciążeniowej firmy AMST-Systemtechnik GmbH 2011 r., będącym na wyposażeniu Zakładu Szkolenia i Treningu Lekarsko-Lotniczego (ZSTLL) Wojskowego Instytutu Medycyny Lotniczej w Warszawie.

W badaniach rejestrowane są w sposób ciągły wartości przyspieszenia, EKG i wskaźniki fizjologiczne, które stosowane są rutynowo podczas każdego badania w programie liniowym. Obejmowały one pomiary: HR, częstość oddechów i amplitudę pulsacji naczyń tętniczych płatka 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-wegetatywnego wykonywana była na jednym z trzech Lotniczych Gimnastycznych Przyrządach Specjalnych – loopingu

odczopowanym, Test (Próba Jędrysa) był wykonywany w pozycji stojącej na huśtawce – loopingu odczopowanym będącym na wyposażeniu Ośrodka Szkolenia Kondycyjnego Lotniczej Akademii Wojskowej 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 polegają na wykonywaniu ww. czynności w określonym czasie:

- 600 sekund – bardzo dobrze;
- 480 sekund – dobrze;
- 360 sekund – dostatecznie.

Po wykonaniu badań kontrolnych (w grupie eksperymentalnej i kontrolnej) na wirówce przeciążeniowej w WIML oraz oceny habituacji układu przedsionkowo-vegetatywnego na loopingu odczopowanym w LAW została przeprowadzona ocena zdolności motorycznych, cech somatycznych oraz podstawowych parametrów fizjologicznych przed i po zastosowanym standardowym oraz ukierunkowanym treningu fizycznym.

### **Charakterystyka treningów grup**

Grupa I (eksperymentalna) realizowała szczegółowy program treningowy według „autorskiego treningu ukierunkowanego”. Zajęcia prowadzone były metodą powtórzeniową i interwałową z uwzględnieniem metodycznych akcentów, takich jak: koordynacja wzrokowo-ruchowa, orientacja przestrzenna, układ równowagi procesu szkolenia pilota wojskowego.

Grupa II (kontrolna) realizowała w okresie szkolenia trening ogólnousprawniający, w którym uwzględniono tematykę gier zespołowych, atletyki terenowej, gimnastyki, gimnastyki przyrządowej (LGPS), sportów walki oraz pływania. Podczas zajęć zostały zastosowane metody: powtórzeniowa i interwałowa. Schemat jednostki treningowej (90 min.) grupy kontrolnej wyglądał identycznie jak grupy eksperymentalnej, poza częścią główną, która była realizowana według standardowego programu szkolenia fizycznego.

Założeniem „autorskiego treningu ukierunkowanego” było systematyczne wykonywanie dwa razy w tygodniu ćwiczeń siłowych z użyciem własnej masy ciała. Program treningu składał się łącznie z 90 godzin lekcyjnych 45-minutowych prowadzonych w postaci trzech jednostek treningowych tygodniowo przez jeden semestr

(3 x 90 min.). Głównym celem tych ćwiczeń było nauczanie (usprawnianie) prawidłowego oddychania, zwiększanie tłoczni 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. W czasie wykonywania ćwiczeń zwracano uwagę na poprawne ułożenie ciała oraz prawidłowe, swobodne oddychanie.

### **Analiza statystyczna**

Statystyczna analiza wyników badań została przeprowadzona z wykorzystaniem metod obejmujących statystyki opisowe, zależności korelacyjne, analizę wariancji oraz testy statystyczne dedykowane porównaniom prób zależnych. Analiza została podzielona na cztery etapy. Przyjęto przy tym poziom istotności równy 0,05. Dodatkowo, zastosowano analizę ANOVA umożliwiającą porównanie więcej niż dwóch prób. Przy każdej ze stosowanych metod weryfikacji podlegały jej założenia, m.in. o normalności rozkładu, niezależności czy równości wariancji w badanych próbach. W miarę możliwości przedstawione zostały również wizualizacje uzyskanych wyników, m.in. na wykresach bądź w postaci tabelarycznej. Obliczenia przeprowadzono z użyciem programu STATISTICA w wersji 13.3 oraz R - środowiska do obliczeń statystycznych i wizualizacji wyników.

### **Wyniki**

Realizacja pierwszego etapu badań obejmowała analizę i porównanie granicy tolerancji na przyspieszenia +Gz, (GTP), za pomocą programu liniowego narastania przyspieszeń (GOR), z wynikami oceny intensywności i monitorowania pomiaru częstości skurczów serca (HR MAX oraz Delta HR od 1,4–5,7 G) na wirówce przeciążeniowej, przed i po realizacji ukierunkowanego treningu fizycznego w obydwu grupach. Uzyskane w przeprowadzonej analizie GTP wyniki wykazały, że osiągnięte wskaźniki poprawiły się w przypadku wszystkich podchorążych, przy czym wielkość poprawy oscylowała w zakresie od 1,3% do 19,3%. Średnia wielkość poprawy w grupie eksperymentalnej wynosiła 9,1%, natomiast w grupie kontrolnej zaledwie 2,8%. Zmiany te sugerowały wysoką sprawność czynnościową układu krążenia, ponieważ w analizowanym okresie zmieniono i zmodyfikowano środki i metody przygotowania fizycznego pilotów,

ukierunkowane na kształtowanie zdolności siłowych i szybkościowych, co wpłynęło na poprawę tolerancji przyspieszenia +Gz na wirówce przeciążeniowej. Wpływ na pozytywne zmiany miał z pewnością również intensywny trening ukierunkowany, który był prowadzony trzy razy w tygodniu na rozwój określonych zdolności motorycznych (siła, zwinność, wytrzymałość, szybkość, moc).

Drugi etap badań dotyczył oceny skuteczności „autorskiego treningu ukierunkowanego” (ATU) na poprawę tolerancji przyspieszeń +Gz. Badanie było przeprowadzone w grupie eksperymentalnej z wydzieloną grupą kontrolną w celu weryfikacji statystycznego progresu. Uzyskane wyniki potwierdziły korzystny wpływ ukierunkowanego treningu fizycznego na poprawę zdolności motorycznych. Podchorążowie uzyskali statystycznie istotnie lepsze wyniki (średnio) o co najmniej 2–3% (bieg na 16,5 m oraz bieg wahadłowym 10x10 m). Znacznie większy progres zanotowano w przypadku skoku w dal z miejsca (9%) oraz w próbie Jędrysa (11%). Analiza i porównanie wyników badań przed i po zakończeniu treningu wykazały na prawidłowy progres kształtowania cech motorycznych, który można było powiązać z zastosowanym programem ćwiczeń, w tym ćwiczeń siłowych, oddechowych i interwałowych. Największą poprawę stwierdzono w testach podciągania się na drążku wysokim (średnia poprawa 28%), skłonach tułowia (przeciętny progres 13%), co wskazywało na uzyskanie większej siły i wytrzymałości mięśni kończyn górnych, obręczy barkowej i mięśni brzucha po treningu. Wyniki te można łączyć ze stosowaniem ćwiczeń siłowych i izometrycznych na grupy mięśni, które wpływają na tolerancję przyspieszeń +Gz. Nieznaczna poprawa uzyskano w testach określających takie zdolności motoryczne jak szybkość, zwinność oraz moc. Wart podkreślenia jest również fakt, że w większości testów zanotowany progres był znacznie wyższy w grupie eksperymentalnej niż w grupie kontrolnej. W pozostałych testach, a przede wszystkim w tolerancji przyspieszenia +Gz na wirówce przeciążeniowej, wpływ „autorskiego treningu ukierunkowanego” na wynikowy progres był wyraźny, notując kilku-, a nawet kilkunastokrotne większe różnice. W przypadku wskaźników somatycznych (masa ciała oraz indeks BMI) różnice pomiędzy grupą eksperymentalną i kontrolną okazały się być nieistotne statystycznie.

## **Wnioski**

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.
2. W zakresie poziomu wybranych zdolności motorycznych stwierdzono poprawę siły i wytrzymałości mięśni kończyn górnych, obręczy barkowej i mięśni brzucha. Największą poprawę wykazano w testach podciągania na drążku wysokim oraz skłonach tułowia.
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.

## **Słowa kluczowe**

Przyspieszenia +Gz, LGPS, wirówka przeciążeniowa, choroba powietrzna, AGSM, autorski trening ukierunkowany.

*Inż. Krzysztof Michalski*

