

Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej



Katarzyna Marianna Sowa

**BADANIA WYBRANYCH PARAMETRÓW SPRAWNOŚCI WZROKOWEJ ORAZ
MIKROSTRUKTURY SIATKÓWKI U PILOTÓW PODDAWANYCH
PRZECIĄŻENIOM GRAWITACYJNYM Z WYKORZYSTANIEM WIRÓWKI
PRZECIĄŻENIOWEJ**

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Promotor: Prof. dr hab. n. med. Marek Edmund Prost
Klinika Okulistyczna, Wojskowy Instytut
Medycyny Lotniczej

Promotor pomocniczy: Plk rez. dr n. med. Krzysztof Kowalczyk

Zakład Badań Symulatorowych, Szkolenia i
Treningu Lotniczo-Lekarskiego, Wojskowy Instytut
Medycyny Lotniczej

Badania wykonano w: Zakładzie Badań Symulatorowych, Szkolenia i
Treningu Lotniczo-Lekarskiego oraz Klinice
Okulistyki, Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej

Warszawa, 2023

Streszczenie

Praca pilota wysokomanewrowego jest zwykle wykonywana podczas lotów na dużych prędkościach, wysokich pułapach i podczas skomplikowanych manewrów, takich jak przechwytywanie celów, wykonywanie ostrych zwrotów czy akrobacjach powietrznych. Piloci narażeni są na duże obciążenia grawitacyjne, co z kolei wpływa na psychofizjologię organizmu.

Celem tej pracy było uzupełnienie wiedzy w dziedzinie zaburzeń wzrokowych spowodowanych przeciążeniami + 9 Gz 15 s w czasie symulowanych lotów wysokomanewrowych przy użyciu wirówki przeciążeniowej HTC-07 (AMST, Austria).

Postawiono 2 hipotezy:

- 1. Przeciążenia grawitacyjne + 9 Gz 15 s podczas lotu w wirówce przeciążeniowej nie powodują statystycznie istotnych zmian w mikrostrukturze siatkówki.**
- 2. Przeciążenia grawitacyjne + 9 Gz 15 s podczas lotu w wirówce przeciążeniowej powodują statystycznie istotne zmiany we wrażliwości kontrastowej pilotów.**

Metodyka Badań Eksperymentalnych:

W badaniach partycypowały dwie grupy ochotników. Grupę I stanowili piloci samolotów wysokomanewrowych, 25 mężczyzn w wieku między 25, a 50 rokiem życia (średnia 26,4) oraz Grupę II (kontrolną) złożoną z 25 mężczyzn w wieku między 25. a 50. rokiem życia (średnia 26,0). Grupa I była poddawana badaniom mikrostruktury siatkówki z zastosowaniem funduskamery z optyką adaptywną (RTX1™ Imagine Eyes, Francja) oraz kontrastowym (FVA; Stereo Optical Co., USA) przed oraz 5 min po ekspozycji na przyśpieszenia. Grupa II była poddawana tym samym badaniom, ale bez wirowania i ekspozycji na przyśpieszenia.

Mikrostrukturę siatkówki (fotoreceptory i czopki) oceniano Aparatem RTX1™ (Franca). Mierzone parametry to gęstość, odległość pomiędzy komórkami, regularność oraz dyspersja. Analizie podlegały 4 lokalizacje (ROI_1–4) siatkówki w oddaleniu 1,5 stopnia od centrum plamki, każde oko oceniane było indywidualnie. Badanie wrażliwości kontrastowej oraz poziomów kontrastu było przeprowadzane aparatem FVA (USA) w warunkach fotopowych, mezopowych oraz mezopowych z oślnieniem. Badanie wykonywane było obustronnie.

Do obróbki danych, użyto metod statystyki porównawczej testu Kołmogorowa-Smirnowa, testów parametrycznych, analizy wariancji w schemacie powtarzalnych pomiarów w modelu mieszanym oraz porównań Bonferroniego (193, 194).

Wyniki Badań:

Potwierdzono Hipotezę I: Przyspieszenia nie wywołały istotnych statystycznie zmian w mikrostrukturze siatkówki w żadnym z ocenianych parametrów komórek czopkowych takich jak gęstość, odległość pomiędzy komórkami, regularność oraz dyspersja.

Średnia gęstość czopków dla Grupy I przed wirowaniem wynosiła dla: oka prawego 32 499,17 czopków/mm², dla oka lewego 31 976,36 czopków/mm². Natomiast po zadziałaniu przyspieszenia dla oka prawego 32 416,19 czopków/mm², oraz dla oka lewego 32 342,90 czopków/mm². Dla Grupy II dla oka prawego 32 247,05 czopków/mm², dla oka lewego 32 949,62 czopków/mm². Odstępy pomiędzy czopkami dla Grupy I dla oka prawego wynosił odpowiednio 6,1339 μm (przed podaniem przyspieszenia) oraz 6,1031 μm (po zadziałaniu przyspieszenia), dla oka lewego 6,1997 μm (przed zadziałaniem przyspieszenia) oraz 6,1707 μm (po zadziałaniu przyspieszenia). Natomiast w Grupie II wynosił dla oka prawego 6,1443 μm oraz 6,0911 μm dla oka lewego. Regularność wyrażona w procentach w Grupie I wynosiła dla oka prawego przed zadziałaniem przyspieszenia 93,4% oraz 93,3% po narażeniu na takie przyspieszenie. W oku lewym przed zadziałaniem przyspieszenia regularność wynosiła 92,3%, a po jego działaniu + 9 Gz 92,3%. Grupie II natomiast dla oka prawego 93,04% dla oka lewego 92%. Dyspersja w przypadku pilotów z Grupy I dla oka prawego przed zadziałaniem przyspieszenia wynosiła 12,34, a po akceleracji 12,33, w oku lewym 12,82 przed, a 12,98 po zadziałaniu przeciążenia. Grupa II w oku prawym natomiast prezentowała dyspersję na poziomie 12,71 dla oka prawego oraz 12,74 dla oka lewego. Nie zaobserwowano statystycznych różnic pomiędzy okiem prawym oraz lewym w powyższych parametrach. Przyspieszenia nie spowodowały statystycznie istotnych zmian w Grupie I, jak również nie zaobserwowano takich zmian pomiędzy Grupami I i II.

Potwierdzono Hipotezę II: Przyspieszenia generują istotne statystycznie zmiany we wrażliwości i poziomach kontrastu w zakresie warunków fotopowych, mezopowych oraz mezopowych z olśnieniem (135 Lux).

Badanie kontrastowe wykazało, że po ekspozycji na przyspieszenia + 9 Gz 15 s w Grupie I dochodziło do istotnych statystycznie wzrostów wrażliwości kontrastowej oraz poziomu kontrastu w obrębie częstotliwości przestrzennych 6 cpd (C) (wrażliwość kontrastowa

$p = 0,039$, poziom kontrastu $p = 0,045$ dla warunków fotopowych, mezopowych oraz mezopowych z olśnieniem 12 cpd (D) dla warunków mezopowych wrażliwość kontrastowa $p = 0,34$; poziom kontrastu $p = 0,035$.

Ograniczenia przeprowadzonych badań:

Badania mikrostruktury siatkówki oraz kontrastu nie są możliwe w trakcie lotu czy też wirowania w symulatorze (ograniczenia sprzętowe – budowa gondoli). Badanie pilotów natychmiast po wirowaniu było najlepszym kompromisowym rozwiązaniem, jako że przyspieszenia generowane przez wirówkę grawitacyjną są uznawane za prawie identyczne do przyspieszeń w czasie lotu. Porównanie wyników obecnego badania do innych prac naukowych nie było możliwe. Światowe piśmiennictwo w tym temacie, zawiera tylko dwie prace badające kontrast wyłącznie w warunkach fotopowych, przy zmiennych parametrach narastania i wartości maksymalnej przeciążenia. Nie ma doniesień dotyczących analizy komórek czopkowych po narażeniu na przeciążenia w wirówce z wykorzystaniem optyki adaptywnej.