

Wojskowy Instytut Medycyny Lotniczej



lekarz Katarzyna Barwińska

Wpływ ostrego niedotlenienia wysokościowego na morfologię zapisu EKG i aktywność autonomicznego układu nerwowego u klinicznie zdrowych osób.

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Promotor: płk dr hab. n. med. Ewelina Zawadzka-Bartczak,
prof. WIML.

Klinika Chorób Wewnętrznych, WIML

Badania wykonano w: Wojskowym Instytucie Medycyny Lotniczej

Warszawa, 2022

STRESZCZENIE W JĘZYKU POLSKIM

Wstęp. Ostre niedotlenienie wysokościowe stanowi jedno z najważniejszych zagrożeń dla organizmu pilota podczas lotów na dużych wysokościach w lotnictwie wojskowym. Tolerancja NW jest indywidualna i, do wysokości 4000 m n.p.m., zróżnicowana. Początek i intensywność objawów, wynikających z hipoksji, zależy od wielu czynników, między innymi, od wysokości i tempa wznoszenia. Niedotlenienie wysokościowe wywołuje szereg fizjologicznych reakcji obronnych ustroju, w tym wpływa na aktywność układu współczulnego i przywspółczulnego.

Cele pracy. Celem pracy była:

- 1) Ocena aktywności układu autonomicznego, wyrażonej wybranymi parametrami zmienności rytmu serca, w kolejnych etapach badania oporności na niedotlenienie wysokościowe.
- 2) Ocena wpływu hipoksji hipoksyjnej na morfologię zapisu EKG w zależności od etapu badania w KNC i aktywności autonomicznego układu nerwowego.

Wyniki. W grupie 68 kandydatów do Lotniczej Akademii Wojskowej dokonano rejestracji zapisu EKG metodą Holtera podczas badania oporności na niedotlenienie wysokościowe w KNC, w ciśnieniu barometrycznym obniżonym do 405 mmHg, następnie po manualnym usunięciu artefaktów i pobudzeń dodatkowych, zapis poddano analizie częstotliwościowej. Oceniano następujące parametry: HR, moc widma LF i HF, całkowitą moc widma oraz współczynnik LF/HF. W trakcie badania w KNC, które podzielono na 4 etapy: etap 1 - wyjściowy, etap 2 - wznoszenia, etap 3 - przebywanie na symulowanej wysokości 5000 m n.p.m., etap 4 - opadania, stwierdzono stopniowe przyspieszanie częstości rytmu serca, wraz ze zmniejszaniem się ciśnienia w KNC, z maksymalnymi jej wartościami w etapie 3. Wykazano również istotne ujemne zależności między wartością SpO₂ a HR w każdym z etapów badania. Wartości mocy widma niskich częstotliwości w 2 etapie badania uległy zmniejszeniu w odniesieniu do etapu wyjściowego ($r=-533,42$; $p=0,00$). W etapie 3 moc LF wzrosła w porównaniu z etapem 2 ($r=379,28$; $p=0,00$), natomiast w etapie 4 zmniejszyła się w stosunku do etapu 3 ($r=-71,31$; $p=0,00$). Różnice w mocy LF były istotne między wszystkimi etapami badania. Stwierdzono również istotne ujemne zależności między wartością SpO₂ i mocą LF w etapie 3 ($r=-0,03$; $p=0,00$) i 4 ($r=-0,07$; $p=0,00$). Wartości mocy

częstotliwości wysokich widma HRV uległy istotnemu zmniejszeniu podczas etapu 2 w odniesieniu do etapu 1 ($r=-55,99$; $p=0,00$). Podczas etapu 3 moc HF zwiększyła się istotnie w porównaniu z etapem 2 ($r=36,6$; $p=0,00$), natomiast podczas etapu 4 vs etap 3, uległa istotnemu zmniejszeniu ($r=-2,96$; $p=0,00$). Analiza korelacji pomiędzy SpO_2 a HF wykazała istotną dodatnią zależność w etapach 1 - 3 (etap 1: $r=0,11$; $p=0,00$; etap 2: $r=0,05$; $p=0,03$; etap 3: $r=0,16$; $p=0,00$), w etapie 4 zależność ta była ujemna ($r=-0,11$; $p=0,00$). W pracy wykazano istotne obniżenie współczynnika LF/HF w etapie 2, w odniesieniu do etapu 1 ($r=-1,55$; $p=0,00$). W etapie 3 w porównaniu z etapem 2 LF/HF uległ istotnemu wzrostowi ($r=1,33$; $p=0,00$), natomiast jego zmniejszenie w etapie 4 nie było istotne. Oceniono także zależność między LF/HF a SpO_2 . Stwierdzono, że współczynnik LF/HF istotnie ujemnie korelował z SpO_2 w etapie 2 i 3 (etap 2: $r=-0,07$; $p=0,00$; etap 3: $r=-0,27$; $p=0,00$). Wartości całkowitej mocy widma uległy redukcji podczas 2 etapu badania w KNC w porównaniu do etapu wyjściowego. W etapie 3 natomiast, obserwowano wzrost TP w odniesieniu do etapu 2 ($r=638,45$; $p=0,00$) oraz dalszy wzrost w etapie 4 (etap 4 vs etap 3 $r=246,44$; $p=0,00$). Różnice w mocy TP były istotne między wszystkimi etapami badania.

Oceny morfologicznej poszczególnych składowych zapisu EKG dokonano w kanałach odpowiadających odprowadzeniom V1, V5 i V6 spoczynkowego EKG. Czas trwania odstępu PQ zarejestrowany podczas całego badania w KNC pozostawał w zakresie normy (od 120 do < 200 ms), jednak w poszczególnych, 5-minutowych, fazach badania w etapie 3 ulegał stopniowemu skracaniu. Istotne różnice wykazano pomiędzy fazą 2 vs 1 oraz fazą 5 vs 4. Nie wykazano istotnych zależności między czasem trwania odstępu PQ a SpO_2 w żadnym z etapów badania w KNC. Czas trwania zespołu QRS zarejestrowany podczas całego badania w KNC pozostawał w granicach normy (< 120 ms), jednak w poszczególnych, 5-minutowych, fazach badania w etapie 3 ulegał stopniowemu skracaniu. Stwierdzono istotne różnice w czasie trwania depolaryzacji komórek zależne od czasu oddziaływania niedotlenienia wysokościowego (w fazie 1 vs. w fazie 5, w fazie 6 vs. fazy 1 - 5). Nie wykazano istotnych zależności między czasem trwania zespołu QRS a SpO_2 w żadnym z etapów badania w KNC. Czas trwania odstępu QT zarejestrowany podczas całego badania w KNC pozostawał w zakresie normy, jednak w poszczególnych, 5-minutowych, fazach badania ulegał stopniowemu skracaniu. Stwierdzono istotne różnice w czasie trwania odstępu QT zależne od czasu oddziaływania niedotlenienia wysokościowego (w fazie 1 vs. w fazach 4 - 6; w fazach 2 i 3 vs. w fazach 5 i 6). Nie wykazano istotnych zależności między czasem trwania odstępu QT a SpO_2 w żadnym z etapów badania w KNC. W trakcie badania w KNC amplituda

załamka R uległa zmniejszeniu, obserwowano również spłaszczenie załamka T. Różnice te jednak nie osiągnęły istotności statystycznej.

Wnioski:

1. Hipoksja hipobaryczna wywołuje zmiany w równowadze autonomicznego układu nerwowego.
2. Ostra ekspozycja na bodziec hipoksyjny (etap 2 badania w KNC) prowadzi do przemijającego stłumienia aktywności autonomicznego układu nerwowego.
3. Wraz z czasem trwania niedotlenienia (etap 3 badania w KNC) dochodzi do zwiększenia aktywności współczulnej AUN, manifestującej się zwiększeniem mocy widma niskich częstotliwości i współczynnika LF/HF.
4. Zmiany napięcia AUN podczas ostrego niedotlenienia wysokościowego są wypadkową zintegrowanych reakcji współczulno-przywspółczulnych oraz dynamicznych zmian w sprzężeniu zwrotnym między układem sercowo-naczyniowym i oddechowym.
5. Ostra hipoksja hipoksyjna nie wywiera istotnego wpływu na morfologię zapisu EKG.