

## **BDANIA NAD CZASEM REAKCJI WZROKOWO-MIĘŚNIOWEJ U NURKÓW PODCZAS NURKOWANIA**

Augustyn Dołatkowski, Kazimierz Dęga, Stanisław Klajman, Janusz Torbus

Katedra Medycyny Morskiej Wojskowej Akademii Medycznej w Gdyni

### **STRESZCZENIE**

W pracy przedstawiono kontynuację badań dotyczących wpływu podwyższonego ciśnienia otoczenia na odruch wzrokowo mięśniowy. Stosując te same metody, przeprowadzono badania w warunkach rzeczywistych, czyli podczas wykonywania nurkowań w wodzie. Nurkowania wykonywane były w sprężeniu klasyczny z powietrzem jako czynnikiem oddechowym na głębokości 10, 20, 30, 40, 50 i 60 m. Stwierdzono, że statystycznie znamienne różnice czasu odruchu nerwowo – mięśniowego występują przy przejściu z nadciśnienia 0 do 10, z 40 do 50 i 50 do 60 metrów. We wnioskach stwierdzono, że przedłużanie się czasu odruchu jest znacznie większe, niż podczas badań w komorze hiperbarycznej. Podobnie jak w poprzednich badaniach za główną przyczynę uznano toksyczne działanie składników mieszaniny oddechowej a szczególnie azotu.

**Słowa kluczowe:** nurkowanie, odruch nerwowo – mięśniowy, narkoza azotowa.

---

### ARTICLE INFO

---

PolHypRes 2020 Vol. 70 Issue 1 pp. 53 – 58

**ISSN:** 1734-7009 **eISSN:** 2084-0535

**DOI:** 10.2478/phr-2020-0005

Strony: 6, rysunki: 1, tabele: 1

**page www of the periodical:** [www.phr.net.pl](http://www.phr.net.pl)

**Publisher**

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

**Typ artykułu:** oryginalny

**Opublikowano w Roczniku służby zdrowia Marynarki  
Wojennej Gdynia 1966**

**Termin zatwierdzenia do druku w PHR: 19.09.2019 r.**



## WSTĘP

Praca niniejsza jest drugą częścią badań prowadzonych nad zachowaniem się czasu oduruchu prostego (w naszym wypadku oduruchu wzrokowo-mięśniowego) u nurków. W pierwszej części zbadano w warunkach modelowych, w komorze ciśnieniowej wpływ sprężonego powietrza na czas oduruchu wzrokowo-mięśniowego u nurka [3]. Stwierdzono, że sprężone powietrze, poprzez swoje specyficzne działanie na ustrój ludzki, powoduje wydłużenie czasu oduruchu wzrokowo – mięśniowego. Wydłużenie to występowało w dwóch skokach. Pierwsze wydłużenie tego czasu zaobserwowano przy wzroście ciśnienia w komorze do 1 atn (termin atn użyto w znaczeniu atmosfer powyżej ciśnienia atmosferycznego, normalnego). Tłumaczyć to możemy proporcjonalnie największym przeskokiem stosunku ciśnienia do objętości, któremu został poddany badany. Przy dalszym podnoszeniu ciśnienia w komorze następowała adaptacja, wyrażająca się skróceniem czasu oduruchu wzrokowo-mięśniowego. Skrócenie to utrzymywało się do 5 atn. Przy zmianie ciśnienia do 6 atn wystąpiło gwałtowne, wydłużenie czasu oduruchu, tłumaczone narkotycznym działaniem sprężonego powietrza na ośrodkowy układ nerwowy.

Celem badań wykonanych w obecnej pracy była konfrontacja wyników obserwacji czasu oduruchu wzrokowo-mięśniowego uzyskanych w warunkach modelowych w komorze ciśnieniowej z obserwacjami tego czasu w warunkach rzeczywistych, podczas pracy nurka pod wodą. W środowisku tym na nurka działa nie tylko sprężone powietrze, lecz dołączają się i inne czynniki, które mogą wpłynąć na przebieg oduruchów prostych.

Specyfika prac pod wodą w warunkach wysokiego ciśnienia stwarza konieczność doboru kandydatów do tego zawodu wykazujących szczególnie wysoką sprawność psycho-fizyczną. W ocenie tej sprawności badanie czasu reakcji prostych ma duże znaczenie.

## MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

W badaniu wzięło udział 30 zdrowych, wytrenowanych nurków wojskowych w wieku od 20 do 28 lat (średni wiek 24 lata), których staż pracy wynosił od 1 do 9 lat (średnio 40 miesięcy).

Badania czasu oduruchu wzrokowo-mięśniowego wykonywano przy użyciu przyrządu własnej konstrukcji, przystosowanego do badań pod wodą. Dokładność zapisu wynosiła 0,002 sek. Przyrząd ten składał się z części zapisującej czas oduruchu wzrokowo-mięśniowego oraz latarki nurkowej, której użyto jako elementu sygnalizacyjnego dostosowanego do pracy pod wodą. Była ona połączona z częścią zapisującą 80 metrowym przewodem elektrycznym stosowanym w łączności podwodnej.

Nurkowania wykonywano w skafandrze klasycznym, czynnik oddechowy powietrze podawany z powierzchni. Dla ochrony przed zimnem, które mogłoby wpłynąć na ruchomość palców ręki, nurek miał na rękę rękawiczkę wełnianą, a na niej cienką rękawiczkę gumową. Nurkowanie przeprowadzano podczas zanurzania nurka w czasie zgodnym z tabelami Marynarki Wojennej. Po osiągnięciu głębokości na której wykonano ostatni pomiar, rozpoczynano wynurzenie nurka. Nurkowie przebywali pod wodą około 1,5 godziny.

Badania przeprowadzono przy ciepłocie powietrza od 5° C do 13° C (średnio 8° C), ciepłocie wody od 4° C do 6° C (średnio 4,5° C) i ciśnieniu barometrycznym od 750 mm Hg do 768 mm Hg (średnio 753 mm Hg).

Doświadczenie przebiegało w następujący sposób: po ubraniu nurka w skafander przed rozpoczęciem nurkowania oznaczano powierzchniowy czas oduruchu wzrokowo-mięśniowego. Nurek trzymając w prawej ręce latarkę nurkową obserwował jej reflektor. Na jej zapalenie reagował naciśnięciem przycisku znajdującego się na ręczce latarki. Moment zapalenia żarówki i naciśnięcia przez nurka przycisku był zapisywany przez przyrząd rejestrujący. Następnie oznaczano kolejno w ten sam sposób czas oduruchu wzrokowo-mięśniowego przy schodzeniu nurka pod wodę na głębokości: 10m/1 atn/, 20m/2 atn/, 30m/3 atn/, 40m/4 atn/, 50m/5 atn/, 60m/ 6 atn/.

Czas oduruchu wzrokowo-mięśniowego wyrażony w msek na poszczególnych poziomach ciśnienia poddano analizie statystycznej. Oznaczono średnią czasu dla 30 nurków na poszczególnych poziomach ciśnienia i odchylenie standardowe (StDev.) od tych średnich. Uzyskane wyniki porównano ze sobą zgodnie z założeniami testu „t” Studenta.

## WYNIKI BADAŃ

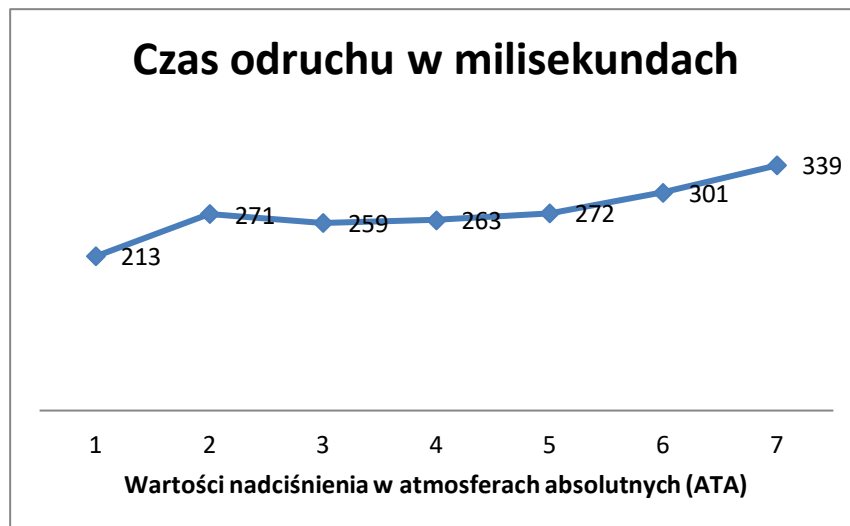
Średnie czasu oduruchu wzrokowo-mięśniowego oznaczone u 30 nurków podczas nurkowania do głębokości 60 metrów zestawiono w tabeli I.

Tab.1

Średnie czasu oduruchu wzrokowo-mięśniowego oznaczone u 30 nurków podczas nurkowania do głębokości 60 metrów.

Nadciśnienie w atmosferach	0	1	2	3	4	5	6
Średni czas oduruchu w msek	213	271	259	263	272	301	339
StDev.	42	45	41	34	42	50	52

Na podstawie obliczeń wartości „t” z testu Studenta ustalono, że znamienne statystycznie różnice między średnimi czasu oduruchu mięśniowo-wzrokowego oznaczonego na poszczególnych poziomach ciśnienia pod wodą występowały przy przejściu z ciśnienia powierzchniowego 1 atn/ (na poziomie istotności 1%), oraz przy zmianie ciśnienia z 4 na 5 atn (na poziomie istotności 5%), przy przejściu z 5 na 6 atn (na poziomie istotności 1%). Graficzny obraz średnich czasów oduruchu wzrokowo-mięśniowego u 30 nurków w zależności od wzrostu ciśnienia podczas nurkowania przedstawiono na rycinie 1.



Rys. 1 Średni czas odruchu wzrokowo – mięśniowego dla 30 badanych nurków.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Na nurka schodzącego pod wodę w sprzęcie klasycznym, oprócz specyficznego działania sprężonego powietrza wpływają i inne czynniki. Przede wszystkim należy tu wymienić wpływ nurkowania głębokiego na psychikę. Emocje przy nurkowaniu, których nie pozbywa się całkowicie nawet dobrze wytrenowany nurek, wpływają ujemnie na czynności drugiego układu sygnałów w myśl nauk Pawłowa. Nie pozostaje to bez wpływu na układ odruchów prostych, których zachowanie się może ulec zmianie. Na większych głębokościach od 5-6 atn obok emocji wpływa na ośrodkowy układ nerwowy również i sprężone powietrze. Jego narkotyczne działanie wiąże się zgodnie z poglądami takich autorów jak Dolatkowski, Davis, Haldane, Huszcza, Behnke, [1,2,4,6] z działaniem toksycznym rozpuszczonego, w ustroju azotu i zwiększeniem poziomu CO<sub>2</sub>, oraz zaburzeniami w gospodarce tlenowej.

Jak wykazały nasze badania z poprzedniej pracy, sprężone powietrze wpływa również na wydłużenie się czasu odruchu prostego [3]. Obok tych czynników nie bez znaczenia są zimno, złe oświetlenie, zła widoczność, a na większych głębokościach całkowita ciemność, zmęczenie oraz zmiany mikroklimatu w obrębie skafandra podczas wentylacji [7]. Cały ten zespół czynników oddziałujących na nurka podczas nurkowania głębokowodnego powoduje u niego zwolnienie procesów odruchowych. Wyniki badania czasu odruchu wzrokowo-mięśniowego u nurków w ciśnieniu na poziomie morza nie odbiegały od podawanych przez innych autorów [8].

Średnia tego czasu mieściła się w granicach uzyskanych w części pierwszej tych badań i wynosi 213 msek. Przy schodzeniu pod wodę stwierdzono na poziomie ciśnienia 1 atn wydłużenie tego czasu, podobnie jak to zaobserwowano w warunkach modelowych w komorze ciśnieniowej. Dalszy przebieg obserwacji wykazał, iż po bardzo nieznacznym i nieznamionym statystycznie skróceniu czasu odruchu wystąpiło ponowne, systematyczne wydłużenie. Wystąpiło ono od poziomu 4 atn.

Porównując wyniki badań uzyskanych w warunkach modelowych, z wynikami uzyskanymi w normalnym środowisku pracy nurka można stwierdzić, że czas odruchu wzrokowo-mięśniowego ulega znacznemu wydłużeniu, przy czym charakterystyka tego wydłużenia jest podobna do charakterystyki otrzymanej w warunkach modelowych w komorze ciśnieniowej, przede wszystkim do poziomu 1 atn. Następnie współdziałanie różnych czynników występujących w normalnym środowisku pracy nurka (emocje, zmiany mikroklimatu, zmęczenie itp.) nie dopuszczają do wystąpienia obserwowalnej w warunkach modelowych adaptacji, lecz powodują dalsze stałe wydłużenie odruchu wzrokowo-mięśniowego [7]. Jednakże wydłużenie tego czasu jest szczególnie wyraźnie przy ciśnieniu 5 i 6 atn, gdzie do wyżej wspomnianych czynników dołącza się, jak to stwierdzono w doświadczeniu modelowym, narkotyczne działanie sprężonego powietrza (azotu) na ustrój. Spośród 30 obserwowanych nurków, kilku wykazało stosunkowo małe zmiany w czasie odruchu wzrokowo-mięśniowego. Należy przypuszczać, iż były to osoby szczególnie odporne na ujemny wpływ nurkowania głębokowodnego (narkozy azotowej) na ustrój, bądź wytrenowane.

Wydaje się, że dobór kandydatów do nurkowań głębokowodnych powinien uwzględnić tę cechę psycho-fizyczną. Kwalifikuje ona danego nurka do wykonywania szczególnie trudnych i odpowiedzialnych zadań.

## WNIOSKI

1. Badanie czasu odruchu wzrokowo-mięśniowego u nurków podczas nurkowań głębokowodnych, wykazało wydłużenie tego czasu.
2. Zaobserwowane zmiany w czasie odruchu wzrokowo-mięśniowego mogą świadczyć o zmniejszeniu wydolności psycho-fizycznej nurków pod wpływem różnych czynników ujemnych działających na nich podczas nurkowania głębokowodnego.
3. Istnieją osobnicy, u których nie stwierdzono większych zmian w czasie odruchu wzrokowo-mięśniowego podczas nurkowania głębokowodnego.

4. Badania właściwości psycho-fizycznych kandydatów do nurkowań głębokowodnych mogą pozwolić na dobór osobników najlepiej nadających się do wykonywania tego zawodu.
5. Badania czasu odruchu wzrokowo-mięśniowego w warunkach modelowych w komorze ciśnieniowej mogą być podstawą do wyciągnięcia wniosków praktycznych odnośnie właściwości psycho-fizycznych kandydatów na nurków głębokowodnych.

Praca referowana na Międzynarodowym Kongresie Oceanicznym, Moskwa 1966.

## LITERATURA

1. A.R. Behnke – Decompression sickness following exposure to high pressure. Philadelphia, London 1951;
2. K. Davis – Deep diving, and submarine operations. London 1951;
3. K. Dęga, S. Klajman, H. Mokijewski – Przyrząd do pomiaru czasu odruchu wzrokowo-mięśniowego. Rocznik Służby Zdrowia Mar. Woj. 1964 r.;
4. Dolatkowski, J. Torbus, K. Dęga – The influence of Hyperbaria on the eye-muscle reflex period at divers. Biuletyn Inst.Med.Morsk. (w druku);
5. B.S. Haldane – Life at high pressures. London 1947 r.;
6. Huszcza – Ciśnienie atmosferyczne i jego działanie na utrój. Warszawa 1951 r.;
7. S. Klonowicz – Higiena Wojskowa 100/64 Zdr.;
8. J.P. Pawłow – Dwadzieścia lat badań wyższej czynności nerwowej zwierząt. Warszawa 1952 r.