

OXYGEN TOLERANCE TEST**TEST TOLERANCJI TIENOWEJ**

Ryszard Kłos

Polish Naval Academy, Department of Underwater Work Technology in Gdynia, Poland
Akademia Marynarki Wojennej Zakład Technologii Prac Podwodnych w Gdyni

ARTICLE INFO

Journal: PolHypRes 2013 Vol. 45 Issue 4 pp. 69 – 78**ISSN:** 1734-7009**eISSN:** 2084-0535**DOI:** [HTTP://DX.DOI.ORG/10.13006/PHR.45.5](http://dx.doi.org/10.13006/PHR.45.5)

Pages: 10, figures: 0, tables: 1.

page www of the periodical: www.phr.net.pl**Keywords/Słowa kluczowe:***(in English):* oxygen tolerance test, the role, Navy.*(in Polish):* test tolerancji tlenowej, rola, Marynarka Wojenna.**Polish-English bilingual publication****Publisher**

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

ABSTRACT

(in English)

The Oxygen Tolerance Test procedure *OTT* applied in the armed forces is specified in the "Temporary instruction on standard pressure and oxygen tolerance tests" (Maritime Rescue Command, 2007). The procedure was outlined within the targeted project No. 148-101/C-T00/96 entitled *Technology of Oxygen Combat Diving* and implemented in the years 1996-1998 by the Polish Naval Academy. This article presents the most significant information concerning its purposefulness and the mode of its implementation.

(in Polish)

Procedurę przeprowadzania testu tolerancji tlenowej *TTT* stosowaną w siłach zbrojnych opisano w „Tymczasowej instrukcji standardowego testu ciśnieniowego i tolerancji tlenowej” (Szefostwo Ratownictwa Morskiego, 2007). Procedura ta została opracowana w ramach projektu celowego Nr 148-101/C-T00/96 Technologia bojowych nurkowań tlenowych, zrealizowanego w latach 1996–1998 w Akademii Marynarki Wojennej. Treść artykułu stanowią najistotniejsze informacje dotyczące celowości i sposobu jego prowadzenia.

ТЕСТ НА ТОЛЕРАНТНОСТЬ К КИСЛОРОДУ

Процедура тестирования толерантности к кислороду, используемая в вооруженных силах, описана в «Временная инструкция стандартного теста давления и толерантности к кислороду» (Начальство Морского спасения, 2007). Эта процедура была разработана в целевом проекте номер 148-101/C-T00/96 «Технология боевых кислородных погружений», осуществленного в 1996-1998 годах в Военно-Морской Академии. Содержанием статьи является наиболее важная информация относительно цели и способа проведения теста.

Ключевые слова: тест толерантности к кислороду, роль, военно-морской флот.

PRAKTYKA KRAJOWA

W Siłach Zbrojnych RP zaleca się aby kandydaci do nurkowania z wykorzystaniem sztucznych czynników oddechowych byli poddawani testom selekcyjnym: testowi ciśnieniowemu, testowi tolerancji tlenowej czy też obu testom jednocześnie. Pojedynczy test tolerancji tlenowej powinien zostać powtórzony w odstępie minimum tygodnia, a testy ciśnieniowe zaleca się wykonywać możliwie często, zwłaszcza podczas podwyższania klas nurkowych i przed okresowymi badaniami lekarskimi [1].

PRAKTYKA ŚWIATOWA

Dyskusje na temat celowości stosowania testu tolerancji tlenowej *TTT* towarzyszą od początku systematycznych badań nad wykorzystaniem tlenu jako czynnika oddechowego [2]. Podstawowym problemem uzyskania miarodajnego wyniku *TTT* jest znaczna zmienność zarówno osobnicza¹, jak i grupowa² [3]. Te same badania pokazują jednak, że nurkowie doprowadzani do zatrucia tlenowego w komorze dekompresyjnej oraz w zanurzeniu wykazywali wyższą odporność na *CNSyn* podczas zanurzenia w wodzie. Pokazuje to, że testy komorowe niosą użyteczną informację [4].

Początkowo *TTT* był stosowany w kilku krajach, lecz na początku wieku jedynie siły zbrojne Niemiec i Polski wykorzystywały go w badaniach przesiewowych. W roku 2000 *USN* dokonała analizy efektów, jakie przyniosło przeprowadzenie 6250 testów tolerancji tlenowej wśród kandydatów na nurków bojowych w latach 1976-2000. Przez ten okres odrzucono jedynie 6 kandydatów, stąd uznano, że stosunek zysków do ponoszonych kosztów jest niekorzystny i rekomendowano zaprzestanie prowadzenia testów przesiewowych w *US Navy*³ [5]. Najważniejszym powodem wniosku o zaprzestaniu badań przesiewowych był jednak fakt wprowadzenia przez *US Navy* nowej procedury płukania przestrzeni oddechowej aparatów tlenowych prowadzącej do tego, że praktycznie nurek oddycha ponad 70% nitroksem⁴, którego wzbogacenie w tlen podczas procesu nurkowania nie powinno przekroczyć granicy 85%_{vol} O₂/N₂ [6].

SPOSÓB PRZEPROWADZENIA TESTU

Kandydat do *TTT* powinien posiadać aktualne świadectwo zdrowia i przed rozpoczęciem *TTT* musi zostać zapoznany ze sposobem jego przeprowadzenia oraz zasadami zachowania się wewnątrz komory hiperbarycznej.

Nurkowie poddawani *TTT* przed wejściem do komory powinni odpowiedzieć na kilka pytań dotyczących ich stanu ogólnego i samopoczucia oraz zostać zbadani przez lekarza. Zakres badań może być rozszerzony, jednak nie o takie elementy, które mogłyby znacząco obciążać nurka w dniu badania⁵.

¹doprowadzono do wystąpienia objawów *CNSyn* jednego nurka raz bądź dwa razy w tygodniu przez okres 90 dni, odnotowując znaczne różnice w tolerancji na podwyższone ciśnienie cząstkowe tlenu jako czynnika oddechowego (Donald K.W., 1947),

²doprowadzono do wystąpienia objawów *CNSyn* u 36 nurków, odnotowując znaczne różnice w czasie tolerancji na podwyższone ciśnienie cząstkowe tlenu jako czynnika oddechowego na poziomie 373 kPa (Donald K.W., 1947),

³należy sobie zdać sprawę, że do służby w oddziałach specjalnych przyjmowani są kandydaci o specjalnych walorach fizycznych, doskonałym zdrowiu i są to ludzie młodzi, dlatego trzeba założyć, że zagrożenie dla szerszej populacji jest większe niż obserwowane podczas przeprowadzonych testów,

⁴mieszaniną azotowo-tlenową,

⁵ np. testy wydolności fizycznej,

DOMESTIC PRACTICES

The Armed Forces of the Republic of Poland recommend that candidates for performing dives with the use of artificial breathing mixes are subjected to the following selective tests: the pressure test, the oxygen tolerance test or both tests simultaneously. A single oxygen tolerance test should be repeated after a minimum of one week, whereas it is advised that pressure tests are conducted as often as possible, especially during diving class advancement and prior to periodic medical examinations [1].

GLOBAL PRACTICES

Discussions on the purposefulness of Oxygen Tolerance Tests *OTT* have been present since the beginning of systematic research on the use of oxygen as a breathing mix [2]. The main problem concerned with obtaining a reliable *OTT* result is related to a significant inter-individual¹ as well as group variability² [3]. However, the same study shows that divers brought to a state of oxygen toxicity in a decompression chamber, went on to demonstrate a higher resistance to *CNSyn* when under water. This illustrates that chamber tests do provide useful information [4].

Initially *OTT* was used in several countries, however by the beginning of this century only German and Polish armed forces continued to apply the test in the course of their screen testing.

In 2000 the *USN* carried out an effects analysis of 6,250 oxygen tolerance tests conducted among combat diving candidates performing their service in the years 1976 – 2000. In this period only 6 candidates were rejected, hence it was concluded that the ratio between the benefits and the incurred costs was unfavourable and the idea of screen testing in the *USNavy*³ was abandoned [5]. However, the most important reason for the motion to cease screen testing was the implementation by the *USNavy* of diluting the oxygen content of the breathing mix found in divers' apparatuses, meaning that in the future, in over 70% of cases, divers would actually be breathing nitrox⁴, whose enrichment in oxygen during the diving process should not exceed the value of 85%_{vol} O₂/N₂ [6].

TEST IMPLEMENTATION METHOD

A candidate for *OTT* should be in possession of a current health certificate and prior to *OTT* commencement should become familiarized with its method and the required behaviour inside the hyperbaric chamber.

Before entering the chamber, divers subjected to *OTT* should provide answers to several questions concerning their general condition and frame of mind as well as allow a doctor's examination. The scope of examination may be extended, however not with elements that could significantly burden the diver on the day of the examination⁵.

¹ *CNSyn* symptoms were evoked in a single diver once or twice a week for the period of 90 days, which showed significant differences in his tolerance to an increased partial pressure of oxygen as a breathing mix (Donald K.W., 1947),

² *CNSyn* symptoms were induced in 36 divers indicating significant differences in tolerance times to an increased partial pressure of oxygen as a breathing mix at the level of 373kPa (Donald K.W., 1947),

³ it needs to be remembered that candidates to special task forces should be characterised by adequate physical properties, excellent health condition and a relatively young age, thus we must assume that such a hazard related to a broader population will be greater than that observed during the conducted tests,

⁴ a nitrogen-oxygen mix,

⁵ e.g. physical fitness test,

Komora hiperbaryczna przeznaczona do prowadzenia *TTT* powinna być odpowiednio do tego przystosowana⁶. Kandydat odbywa *TTT* w asyście nurka zabezpieczającego, który bacznie obserwuje zachowanie, wykonuje zleczone badania oraz prowadzi protokół medyczny testu.

Badany i nurek zabezpieczający sprężani są do ciśnienia równoważnego głębokości 18 mH₂O. Podczas procesu sprężania oddychają powietrzem z atmosfery komory. Po osiągnięciu głębokości 18 mH₂O badany nurek powinien zostać jeszcze raz krótko poinstruowany o zasadach korzystania z inhalatora tlenowego. Następnie zakłada maskę inhalatora, ściśle ją dopasowuje i rozpoczyna oddychanie O₂ przez okres 30 min w spoczynku w pozycji leżącej. Czas od początku sprężania do momentu rozpoczęcia oddychania tlenem nie powinien być dłuższy niż 15 min. Oddychanie odbywa się w niskooporowym układzie otwartym⁷ z odprowadzeniem wydychanego czynnika poza komorę.

Podczas *TTT* nurek zabezpieczający oddychając z atmosfery komory, obserwuje i przeprowadza w odstępach 5 min pomiary częstości oddechów, tętna, ciśnienia tętniczego krwi u nurka poddawanego *TTT*. Nurek zabezpieczający powinien przez cały czas obserwować testowanego nurka i w razie zauważenia jakichkolwiek symptomów *CNSyn* przerwać oddychanie z inhalatora tlenowego i jak najszybciej przejść na oddychanie powietrzem z atmosfery komory. Podczas *TTT* należy stosować wentylację komory hiperbarycznej i nie dopuścić do koncentracji tlenu wewnątrz niej powyżej C_{O2} < 25%_{obj.}. Ciśnienie parcjale ditlenku węgla p_{CO2} w atmosferze komory hiperbarycznej powinno być niższe niż p_{CO2} < 1kPa.

Po 30 min. oddychania tlenem badany zdejmuje maskę i przez dwie minuty oddycha atmosferą komory pod ciśnieniem równoważnym 18 mH₂O. Następnie przeprowadza się dekompresję. Zalecana szybkość dekompresji, ze względu na nurka zabezpieczającego, nie powinna przekraczać 10 mH₂O · min⁻¹. Zaleca się wykonanie 1 min postoju na głębokości 3 mH₂O, jako przystanku bezpieczeństwa nawet jeśli dla nurka zabezpieczającego nie jest wymagane zastosowanie postojów na stacjach dekompresyjnych zgodnie z powietrzną tabelą 3MW [7]. Pozytywnie zakończony pierwszy w serii *TTT* powinien być powtórzony po minimum tygodniowej przerwie. Dopiero pozytywne odbycie przez testowanego nurka drugiego *TTT* daje podstawę wnioskowania o pomyślnym wyniku *TTT*. Postępowanie takie wiąże się ze wspomnianym wcześniej rozrzutem osobniczym w tolerancji na O₂ w warunkach hiperbarycznych [4]. Najczęściej powtórzenie *TTT* przy wystąpieniu w pierwszym podejściu symptomów ośrodkowego zatrucia tlenowego *CNSyn* przy powtórnym przeprowadzeniu *TTT* nie potwierdza się [8]. Najczęstsze symptomy i objawy zatrucia tlenowego pokazano w tab.1.

Tabela 1

Symptomy i objawy zatrucia tlenowego (Harabin A.L., Survanshi S.S., Homer L.D., 1994).

Stopień zagrożenia	Symptomy	Liczba przypadków
↓	nudności	75
	pobudzenie, duszność, bezsenność, przygnębienie	12
	ból głowy	5
	odrętwienie, pieczenie	13
	zawroty głowy	63
	skurcze	335
	zaburzenia słuchu	7
	zaburzenia wzroku	17
	utrata przytomności, zaburzenia mowy	16
	drgawki	91
Sumarycznie		634

⁶ograniczenia podano w zał. 2,

⁷opór wdechu $p < 50 \text{ mmHg}$,

The hyperbaric chamber used in the *OTT* should be properly adapted to the task⁶. A candidate subjected to *OTT* should be in the presence of a securing diver who carefully observes his behaviour, performs the assigned examinations and makes records in the medical protocol of the test. Both the tested and the securing diver are compressed to a pressure equivalent to the depth of 18 mH₂O. In the compression process they breathe air from the chamber's atmosphere. After reaching the depth of 18 mH₂O the tested diver should again be briefly instructed on the principles of the use of the oxygen mask. Next, he should put on the mask, adjust it to a tight fit and begin breathing with O₂ for a period of 30 minutes in a lying down position. The time between compression commencement and the moment of starting to breathe with oxygen should not exceed 15 minutes. The process of breathing is carried out in a low-resistance open system⁷ with the exhaled mix discharged outside the chamber. During *OTT* the securing diver, breathing from the chamber's atmosphere, makes observations and at intervals of 5 minutes takes measurements of the breathing frequency, heart rate and arterial blood pressure of the diver subjected to *OTT*. The securing diver observes the tested diver at all times, and in the event of noting any *CNSyn* symptoms should immediately remove the test diver from the oxygen supply in order to allow him to breathe the chamber's atmosphere.

In the course of *OTT* it is necessary to carry out ventilation of the hyperbaric chamber to ensure that the atmosphere within the chamber does not exceed $C_{O_2} < 25\%_{vol}$. Carbon dioxide partial pressure p_{CO_2} in the atmosphere of the hyperbaric chamber should be lower than $p_{CO_2} < 1\text{kPa}$. After 30 minutes of breathing with oxygen, the tested diver removes the mask and breathes for two minutes with the chamber's atmosphere at the equivalent pressure of 18 mH₂O. This is then followed by decompression. With regard to the safety of the securing diver, the recommended decompression speed should not exceed $10\text{ mH}_2\text{O} \cdot \text{min}^{-1}$. It is advised to take a 1 minute pause at the depth of 3 mH₂O, as a security stop, even if it is not required of the securing diver to perform such stops at decompression stations in accordance with the air table 3MW [7]. An *OTT* with a positive outcome in the first series should be repeated only after a minimum period of one week has elapsed. Only the positive result of a second *OTT* should provide the proper foundation to consider the final *OTT* result positive. Such a procedure is connected with the already mentioned inter-individual variation with regard to tolerance to O₂ in hyperbaric conditions [4]. Most commonly, it is observed that *OTT* repeated on an individual who experienced an occurrence of central nervous system oxygen toxicity symptoms in the first attempt (*CNSyn*), does not subsequently demonstrate such symptoms [8]. The most typical oxygen toxicity symptoms are presented in tab.1.

Table 1

Oxygen toxicity symptoms (Harabin A.L., Survanshi S.S., Homer L.D., 1994).

Hazard level	Symptoms	Number of cases
↓	Nausea	75
	agitation, breathlessness, sleeplessness, depression	12
	Headache	5
	numbness, burning sensation	13
	Dizziness	63
	Cramps	335
	hearing impairment	7
	visual impairment	17
	loss of consciousness, speech disorder	16
	Convulsions	91
	Total	634

⁶ the limitations are specified in App.2,

⁷ Inhalation resistance $p < 50\text{ mmH}_2\text{O}$,

Jeżeli podczas *TTT*⁸ u nurka wystąpiły drgawki, test zostaje zakończony z wynikiem niepomyślnym i nie jest już nigdy powtarzany, a nurek może być dopuszczony jedynie do nurkowań z wykorzystaniem powietrza jako czynnika oddechowego.

Gdy podczas *TTT* wystąpiły u kandydata objawy złego samopoczucia, akcja oddechowa spadła poniżej 4 oddechów na minutę lub wystąpiły inne niż drgawki symptomy *CNSyn*, to *TTT* powinien być przerwany i powtórzony po okresie minimum 2 tyg. Ponowne wystąpienie symptomów lub objawów *CNSyn* podlega takim samym regułom, jak gdyby wystąpiły u testowanego nurka drgawki. Jeżeli podczas powtórnego *TTT* nurek nie wykazywał żadnych symptomów *CNSyn*, to zaliczany jest mu jedynie pierwszy etap *TTT*, a drugi przeprowadza się po upływie minimum 1 tyg. Jeżeli trzecia ekspozycja przebiega bez uwag, nurek pomyślnie przechodzi *TTT*. Jeżeli natomiast podczas trzeciego z kolei *TTT* nurek wykazuje choćby najmniejsze symptomy *CNSyn*, powinien być potraktowany tak, jak gdyby wystąpiły u niego drgawki.

Jeżeli pierwszy z testów nurek przeszedł z wynikiem pomyślnym, a podczas drugiego wystąpiły objawy złego samopoczucia lub symptomy *CNSyn* inne niż drgawki, to *TTT* może być powtórzony dwa razy w odstępach minimum 1 tyg. Jeżeli podczas powtarzania *TTT* występują symptomy *CNSyn*, nurek powinien być potraktowany tak, jakby wystąpiły u niego drgawki.

Po każdym *TTT* badany powinien przebywać 1 godz. w pobliżu komory dekompresyjnej.

ROLA TESTU TOLERANCJI TLENOWEJ

W związku z kłopotami związanymi z brakiem kwalifikowanych lekarzy zajmujących się ochroną zdrowia nurków trwa dyskusja o formach zabezpieczenia nurkowych jednostek wojskowych w świetle konieczności obniżenia dotychczas stosowanych standardów. Na tle problemów krajowych oraz praktyki stosowanej w innych krajach wydaje się, że rezygnacja z *TTT* jest jednym z pierwszych dopuszczalnych kroków w tym zakresie.

Już dawno *TTT* zostałyby zaniechane, gdyby nie utarło się przekonanie wśród nurków o jego pożyteczności i wymuszaniu przez nich przeprowadzania testu. Pozytywne przejście *TTT* podnosi wśród nurków poczucie bezpieczeństwa oraz zaufania do własnych umiejętności. Wynik negatywny nie dyskwalifikuje ich jako niezdolnych do służby nurkowej, powodując jedynie ograniczenie uprawnień do ponoszenia ryzyka. Towarzyszące *TTT* dodatkowe szkolenie teoretyczne i praktyczne utrwalalo konieczność samokontroli i ugruntowywało wiedzę o *CNSyn*. Stąd należy wnosić, że ważniejszym od efektów badań przesiewowych jest efekt psychologiczny. Wydaje się, że efekt psychologiczny *TTT* jest całkowicie pomijany w prowadzonej dyskusji. Wyraz jego ważności potwierdzany jest utrzymaniem zatrudnienia psychologów w jednostkach, choć obecnie służą w nich jedynie specjalnie dobierani żołnierze zawodowi. W stosunku do służby nurkowej marginalizuje się efekty psychologiczne, chociaż obserwuje się niepożądane znaczne zmniejszenie populacji czynnych nurków wojskowych, graniczące z balansowaniem na krawędzi zachowania gotowości bojowej. Powodów tego stanu rzeczy jest zapewne wiele, choć można je zebrać pod wspólny mianownik obniżenia etosu tej służby, rozumianego tutaj jako normy i wartości składające się na charakter służby nurkowej, określającego jej odrębność i wyjątkowość. Na zmniejszanie się atrakcyjności służby nurkowej duży wpływ ma także obniżanie standardów zabezpieczenia medycznego. Obserwowane częstsze przypadki występowania objawów *CNSyn* w marynarkach wojennych NATO skłaniają niektóre kraje do rozpatrzenia przez nie powrotu do wykonywania *TTT*⁹. Ma to zatrzymać proces narastających wśród nurków obaw o ich zdrowie a co za tym idzie ich wpływ do innych rodzajów służby.

⁸pierwszego lub drugiego,

⁹ Underwater Diving Working Group NATO Standardization Agency Meeting Istanbul 2011,

If in the course of *OTT*⁹⁸ the diver experiences convulsions, the test is interrupted and marked as negative with no further attempts to be made, and such a diver may only be cleared to perform dives with the use of air as the breathing mix.

If during *OTT* the candidate experiences symptoms of discomfort, his breathing rate drops below 4 breaths per minute or *CNSyn* symptoms other than convulsions are noted, the *OTT* should be interrupted and repeated after a minimum period of one week has elapsed. Re-occurrence of *CNSyn* symptoms will be assessed according to the same principles as when the diver experiences convulsions. Should the repeated *OTT* induce no *CNSyn* symptoms in the tested diver, only the first stage of *OTT* will be accepted whereas the second will be carried out after a minimum period of one week has elapsed. If the third exposure is carried out in an undisturbed manner the *OTT* is passed. However, if in the course of the third *OTT* attempt the diver shows even the slightest *CNSyn* symptoms he should be treated in the same way as if he experienced convulsions.

In the situation when the first test is completed with a positive result, whereas during the second test a diver manifests the feeling of discomfort or *CNSyn* symptoms other than convulsions, the *OTT* may be repeated twice with intervals of a minimum period of one week. If in the course of a repeated *OTT* the symptoms of *CNSyn* are observed, the diver should be treated in the same way as in the case of convulsions.

After each *OTT* the tested diver should remain near the decompression chamber for the period of 1 hour.

THE ROLE OF OXYGEN TOLERANCE TEST

Due to the problem of a lack of qualified doctors to deal with divers' health protection, there is an ongoing discussion on methods of ensuring the safety of military diving units in the light of the necessity to lower the currently applied standards. With regard to domestic problems and the practices of other countries it seems that the resignation from *OTT* constitutes the first of the allowable measures.

In fact, *OTT* would have already been abandoned a long time ago if it was not for divers' convictions about its usefulness and their insistence on having it carried out.

Passing of *OTTs* raises the divers' sense of security as well as faith in their skills, whereas the negative result does not disqualify them from diving but only imposes a certain limitation on the risk they may assume.

The additional theoretical and practical training accompanying *OTT*, on the other hand, reminded them of the importance of self-discipline and established the divers' knowledge of *CNSyn*. Thus, we may assume that the psychological effect was of greater significance than the effect of the screen tests themselves.

Yet, it appears that the psychological effect of *OTT* tends to be altogether omitted in the said discussion. The level of importance attached by the navy to psychological factors is confirmed by the fact that psychologists are actually employed in naval units, although at present they are only specially selected professional soldiers. In diving units, the psychological effects are however still somewhat marginalised, even though there is an observable significant and undesired reduction in the population of active military divers maintaining operational readiness. There are certainly numerous reasons for such a state of affairs, yet we may seek their common denominator in the fact of a diminished ethos of the service understood as the norms and values inscribed in its character and defining its distinction and uniqueness. The attractiveness of the diving service is also reduced to a great extent by the fact of lowering medical security standards. The higher occurrence rate of cases of *CNSyn* symptoms in NATO navies results in some countries being inclined towards the return to performing *OTT*⁹.

⁸ the first or the second,

⁹ Underwater Diving Working Group NATO Standardization Agency Meeting Istanbul 2011,

W ramach konieczności racjonalizowania wydatków należy dążyć do zmniejszenia nakładów na służbę nurkową z jednoczesnym nie pozbawianiem nurków poczucia bezpieczeństwa. Wydaje się, że istnieje możliwość wprowadzenia takiej pragmatyki¹⁰ jedynie na drodze zmian organizacyjnych.

Wobec ludzi młodych, wysportowanych, z orzeczoną dobrą kondycją, badania komisyjne podczas naboru można przenieść na czas testowania przeprowadzanego na etapie obowiązkowych szkoleń, wykorzystując lekarzy specjalistów jako lekarzy pierwszego kontaktu¹¹, zabezpieczających nurkowania i orzeczników jednocześnie. Wprowadziłoby to wszechstronną opiekę¹², przyczyniło się do podniesienia etosu służby i wzmocniło poczucie bezpieczeństwa nurków. Dałoby także możliwość intensywniejszego i bardziej racjonalnego wykorzystania lekarzy specjalistów.

¹⁰rozumianym tutaj, jako postępowaniu uwzględniającym logiczny związek z zaistniałą sytuacją problemową,

¹¹w zastępstwie psychologów,

¹²praktyka pokazuje, że nurkowie w jednostkach mogą ulegać także innym chorobom zawodowym nie tylko związanym ze służbą nurkową przykładowo, schorzeniom kręgosłupa związanym z prowadzeniem małych łodzi motorowych,

This is to stop the divers from accumulating concerns about their health and their consequent transition to other service types.

Due to the necessity to rationalize expenditures it is attempted to reduce the costs of the diving service in such a way as not to deprive divers of the sense of security. It seems that it is possible to implement such pragmatisms¹⁰ only in the form of organizational changes. For example, with regard to young and athletic people with a certified good healthy condition, the physical examination currently conducted in the presence of a committee could be moved so as to be performed at the stage of compulsory training, which would allow the use of specialist doctors as primary care physicians¹¹, dive securing doctors and certifying physicians all at the same time. This would ensure complex care¹², contribute to raising the ethos of the service and strengthen divers' sense of security. Moreover, it would provide the opportunity to use specialist doctors in a more comprehensive and rational manner.

BIBLIOGRAPHY

1. Maritime Rescue Command 2007. Temporary instruction: Standard pressures and oxygen tolerance test. Gdynia: Naval Command, 2007. Appendix 2 to an order of the Commander-in-chief of the Polish Navy no. 30/SRM of 02.04.2007.
2. Clark J.M., Thom S.R. 2003. Oxygen under pressure. [book's author] Neuman T.S. Brubakk A.O. Bennett and Elliott's physiology and medicine of diving. Edinburgh : Saunders, 2003, Chapter 9.4.
3. Donald K.W. 1947. Oxygen poisoning in man part I. British Medical Journal. May 17, 1947, pp. 667-672.
4. Donald K. 1992. Oxygen and the diver. Harley Swan: The SPA Ltd., 1992. ISBN 1-85421-176-5.
5. Walters K.C., Gould M.T., Bachrach E.A., Butler F.K. 2000. Screening for oxygen sensitivity in US Navy combat swimmers. Undersea Hyper Med. May 27, 2000, pp. 21-26.
6. Harabin A.L., Survanshi S.S., Homer L.D. 1994. A model for predicting central nervous system toxicity from hyperbaric oxygen exposure in man: effects of immersion, exercise, and old and new data. Bethesda : Naval Medical Research Institute, 1994. NMRI 94-0003; AD-A278 348.
7. Diver decompression and recompression tables. 1982. Collective work. Gdynia: Naval Command, 1982. Cat. No. 860/81.
8. Butler F.K., Knafelc M.E. 1986. Screening for oxygen intolerance in U.S. Navy divers. Undersea Biomed Res. 1986, Vol. 13, pp. 91-98.

dr hab. inż. Ryszard Kłos, prof. nadzw. AMW
Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte
Zakład Technologii Prac Podwodnych
81 – 103 Gdynia 3, ul. Śmidowicza 69
TEL.: +58 626 27 46, FAX.: +58 626 27 61

¹⁰ understood as a procedure taking into account the logical relationship with the existing problem situation,

¹¹ in replacement of psychologists,

¹² practice shows that the divers in units may also suffer from other occupational diseases, not only those connected with diving, such as spinal disorders resulting from operating small motor boats.

