

Romuald Olszański, Adam Olejnik

kmdr rez. doc. dr hab. med. Romuald Olszański
Wojskowy Instytut Medyczny
Zakład Medycyny Morskiej
81-103 Gdynia 3, skr. pocz. 18 ul. Grudzińskiego 4
tel./fax.: +48 58 626 24 05
e-mail: zmmit@mw.mil.pl

kmdr por. dr inż. Adam Olejnik
Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte
Zakład Technologii Prac Podwodnych
81-103 Gdynia 3, ul. Śmidowicza 69
tel.: +48 58 626 27 46, fax.: +48 58 626 27 61
e-mail: aolej@wp.pl

NIEBEZPIECZNY CZYNNIK ODDECHOWY – OPIS PRZYPADKU

W artykule w oparciu opis incydentu nurkowego przedstawiono problematykę związaną z niebezpieczeństwem stosowania złej jakości gazu oddechowego. Autorzy wykazują, że bezpieczne nurkowanie rozpoczyna się już na etapie właściwego przygotowania czynnika oddechowego, a także pokazują, że bezpieczne nurkowanie zależy również od przestrzegania odpowiednich procedur oraz wiedzy na temat zagrożeń związanych z nurkowaniem i przygotowaniem gazów oraz umiejętności nurków.

Słowa kluczowe: czynnik oddechowy, technologia prac podwodnych, medycyna nurkowa

THE DANGEROUS BREATHING ATMOSPHERE – THE DESCRIPTION CASE

In the article in the support the description of the divers incident represented the connected problems with the danger of the usage bastard of respiratory gas. Authors show that the safe diving begins already on the stage of the proper preparation of the respiratory gas , and also they show that the safe diving depends also from the warnings of suitable procedures and the knowledge on the subject connected threats with the diving and the preparation of gases and skills of divers.

Key words: breathing atmosphere, underwater work technology, underwater medicine

WSTĘP

Realizacja prac podwodnych, mimo setek lat postępu technicznego, wymaga nadal obecności nurka roboczego na podwodnym stanowisku pracy [3]. Powoduje to konieczność stosowania wyspecjalizowanych technologii nurkowania w celu zagwarantowania odpowiedniego bezpieczeństwa pracy samym nurkom, jak i pozostałym członkom ekipy. Wraz ze wzrostem głębokości nurkowania wzrasta stopień trudności jego wykonania oraz ilość nakładów jakie trzeba ponieść aby je zrealizować [2,4,7]. Wzrostowi głębokości nurkowania, towarzyszy wzrost ciśnienia otoczenia oddziałującego na organizm nurka. Co powoduje, że sprzęt oddechowy przez niego wykorzystywany musi dostarczać czynnik oddechowy pod ciśnieniem odpowiadającym aktualnej głębokości nurkowania [1]. Ten podstawowy warunek spowodował konieczność stosowania w nurkowaniu sprężonego powietrza.

To w sumie prozaiczne stwierdzenie ma fundamentalne znaczenie dla bezpieczeństwa nurkowania.

Organizm ludzki reaguje na poszczególne składniki mieszaniny oddechowej poprzez ich ciśnienie parcjalne. Jak powszechnie wiadomo jest to wielkość fizyczna, która jest funkcją udziału molowego danego składnika mieszaniny oddechowej i jej ciśnienia całkowitego. W warunkach normobarycznych, przy stosunkowo niewielkich zmianach ciśnienia otoczenia, toksyczne oddziaływanie składnika gazu oddechowego jest zdecydowanie zależne od jego udziału w mieszaninie. W przypadku hiperbarii większego znaczenia nabiera ciśnienie mieszaniny oddechowej, co oznacza, że nawet niewielkie ilości domieszek szkodliwych, które w normobarii mogą być jeszcze bezpieczne – w warunkach hiperbarycznych stają się zagrożeniem dla nurka. To właśnie z tych powodów należy przywiązywać niezwykłą wagę do odpowiedniej jakości stosowanych czynników oddechowych. Badać się powinno nie tylko zawartość głównego składnika (tlen), ale i pozostałych (azot, hel), jak również zawartość domieszek szkodliwych. Z powyższego wynika, że bezpieczne nurkowanie zaczyna się już na etapie doboru i przygotowania czynnika oddechowego.

1. OPIS PRZYPADKU

Dwudziestojednoletni pletwonurek wykonywał zadanie w wodach Zatoki Gdańskiej na małej głębokości nie przekraczającej 10 metrów. Po kilku minutach od zanurzenia pojawiły się u niego zawroty głowy, osłabienie siły mięśniowej i nudności. Jego sygnalista zauważył, że nurek zaczął źle reagować na komendy oraz że przestał poruszać płetwami. Po wynurzeniu nurek stracił przytomność, jego źrenice leniwie reagowały na światło, skóra była blada. Stwierdzono także słabe tętno, sinicę ust i palców oraz zwolniony oddech. Natychmiast zastosowano pierwszą pomoc tlenową, po której nurek odzyskał przytomność. Skarżył się na ogólne osłabienie, bóle głowy w okolicy czołowej i skroniowej oraz zawroty głowy, nudności i suchość w ustach. Przeprowadzono szereg badań specjalistycznych, których wyniki nie odbiegały od normy.

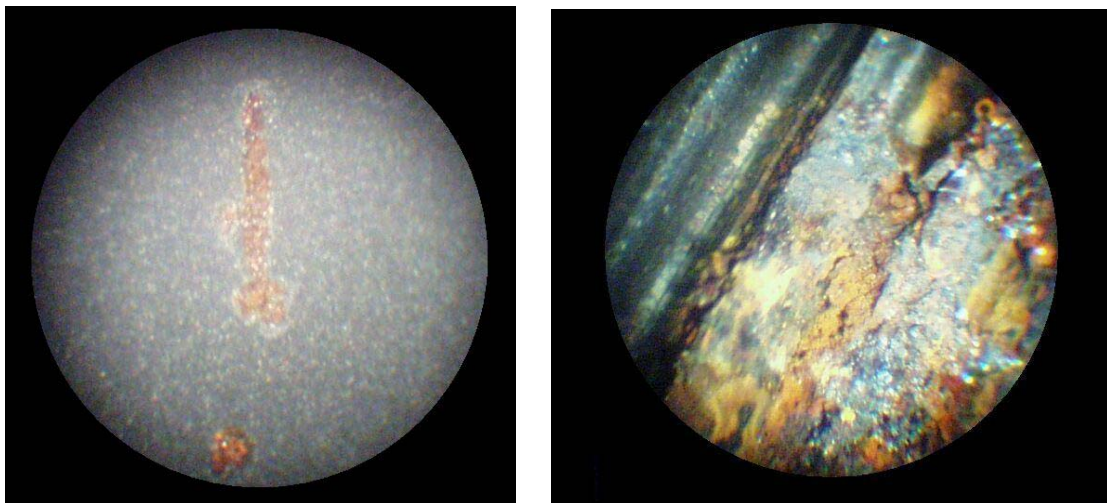
W tym samym czasie zadania pod wodą wykonywało jeszcze pięciu innych nurków; u wszystkich podczas nurkowania wystąpiły zawroty głowy, mroczki przed oczami, zaburzenia orientacji i osłabienie mięśniowe oraz nudności. Nurkowania przerwano, badania przedmiotowe nurków wykazały tachykardię, hipotonię oraz przyśpieszenie oddechu. Wszystkich nurków poddano tlenoterapii. Opisane powyżej dolegliwości utrzymywały się u nurków przez kilka godzin. W dniu następnym przeprowadzono szereg badań specjalistycznych, których wyniki były w normie.

W zaistniałej sytuacji i biorąc pod uwagę swego rodzaju masowość omawianych przypadków podjęto przypuszczenie, że przyczyną powyższej sytuacji jest zła jakość czynnika oddechowy wykorzystany podczas tych nurkowań. W związku z powyższym dokonano analiz powietrza z butli aparatów nurkowych i ze sprężarki za pomocą której butle te były ładowane. Próba organoleptyczna wykazała zapach spalonego oleju, ponadto oznaczono zawartość tlenu, tlenku węgla, dwutlenku węgla, lotnych kwasów i zasad chlorowopochodnych, tlenku azotu i węglowodorów. Badania wykazały znaczne przekroczenia dopuszczalnej ilości węglowodorów. Oznacza to, że nurek uległ ostremu zatruciu węglowodorami pochodzącymi ze złej jakości czynnika oddechowego.

2. WNIOSKI

W ostrych zatruciach węglowodorami zatruty traci zdolność właściwej oceny sytuacji, co w przypadku nurka jest szczególnie niebezpieczne. Na szczęście

w omawianym przypadku całe zajście dotyczyło nurkowania na niewielkiej głębokości, można było nurka bardzo szybko wyciągnąć na powierzchnię i poddać go tlenoterapii. Główną przyczyną zdarzenia było sprężone powietrze zanieczyszczone węglowodorami ze względu na źle usytuowaną czerpnię powietrza od sprężarki. Incydent ten wyraźnie pokazuje, że jak ważne dla bezpieczeństwa nurkowania jest przestrzeganie odpowiednich procedur oraz umiejętności i wiedza nurków. To nie cudowny program lub komputer nurkowy ustrzegą ich przed niebezpieczeństwami, ale rozsądek i wiedza na temat zagrożeń. Nawet wtedy, gdy mamy pewność, że oddychamy czystym tzn. o dopuszczalnym poziomie zanieczyszczeń powietrzem nurkowym, należy działać roztropnie i nie dopuścić na przykład do zmęczenia podczas nurkowania. Zmęczenie, stres, użycie niektórych leków itd. Mogą znacznie obniżyć próg tolerancji organizmu dla szkodliwych domieszek, np. dla dwutlenku węgla. Gaz ten powoduje pobudzenie ośrodka oddechowego, co wywołuje wzrost częstotliwości i objętości oddechów oraz tachykardię. W stanie ostrego zatrucia a dwutlenkiem węgla mogą pojawić się brak zdolności do koncentracji, senność i utrata świadomości oraz drgawki [1]. Wymieniono tylko objawy związane z przekroczoną zawartością dwutlenku węgla w gazie oddechowym lub wywołane nietolerancją na jego obecność. A jest to domieszka szkodliwa, która zawsze znajduje się w czynniku oddechowym, jej zawartość nie może jednak przekroczyć wartości 0,05% [6]. W czasie przygotowania gazu oddechowego niezbędna jest wiedza na temat konstrukcji i zasady działania wykorzystywanych urządzeń, gdyż to pozwala na identyfikowanie ewentualnych źródeł zanieczyszczeń, a także podstawowa wiedza metrologiczna dotycząca działania zastosowanych urządzeń pomiarowych. Dzięki temu prawidłowo zostaną określone udziały poszczególnych składników gazu oddechowego. Bardzo istotnym źródłem zanieczyszczeń czynnika oddechowego może być sama butla nurkowa; jej stan techniczny i odpowiednia eksploatacja ma bowiem bezpośredni wpływ na jakość gazu oddechowego. Niestety zdarzają się przypadki kiedy się o tym nie pamięta. Rdza, uszkodzenia mechaniczne powierzchni wewnętrznych butli oraz co najbardziej zaskakujące, obecność różnych substancji we wnętrzu butli to przypadki z którymi spotykali się specjaliści z Zakładu Technologii Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej podczas badania sprzętu powypadkowego (fot. 1).



Fot. 1. Rdza i uszkodzenia mechaniczne wewnętrznej powierzchni butli nurkowych [5].

PIŚMIENNICTWO

1. Bennet P.B., Elliot B.H.: „Physiology and medicine of diving” Saunders 2003 rok, ISBN 0-7020-2571-2,
2. Haux G.: „Subsea manned engineering” Bailolie're Tindall London 1982, ISBN 0-7020-0749-8,
3. Olejnik A.: „Przyszłość technologii podwodnych: nurek czy robot?” Podwodny Świat Nr 6(2002) str. 22 – 26, ISSN 1509-958X,
4. Olszański R., Skrzyński St., Kłos R.: „Problemy medycyny i techniki nurkowej” Okrętownictwo i Żegluga Gdańsk 1997 rok, ISBN 83-904258-8-2.
5. Poleszak St.: „Analiza bezpieczeństwa nurkowania” Rozprawa doktorska pod kierownictwem dr hab. inż. R. Kłos, Akademia Marynarki Wojennej, Gdynia 2010 rok,
6. Praca zbiorowa: Norma Obronna PrNO-07-A005 2010 Nurkowanie w celach militarnych, czynniki oddechowe, klasyfikacja, wymagania i badania. MON Warszawa 2010 rok,
7. Skrzyński St., Kłos R., Olejnik A., Poleszak St.: „Systemy nurkowe – problemy bezpieczeństwa” Akademia Marynarki Wojennej Gdynia 2001 rok,

Autorzy:

kmdr rez. doc. dr hab. med. Romuald Olszański

Jest kierownikiem Zakładu Medycyny Morskiej Wojskowego Instytutu Medycznego. Absolwent Wydziału Lekarskiego Wojskowej Akademii Medycznej. Specjalista medycyny morskiej i tropikalnej. Prezes Zarządu Polskiego Towarzystwa Medycyny i Techniki Hiperbarycznej w latach 2001-2004. Członek European Underwater and Baromedical Society [EUBS]. Wiceprzewodniczący Komisji Medycyny Morskiej i Tropikalnej Gdańskiego Oddziału PAN. Wieloletni konsultant Wojska Polskiego w zakresie medycyny morskiej i tropikalnej. Autor i współautor 5 podręczników oraz ponad 100 publikacji naukowych.

kmdr por. dr inż. Adam Olejnik

Jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Akademii Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte, pracuje jako adiunkt w Zakładzie Technologii Prac Podwodnych na Wydziale Mechaniczno-Elektrycznym. Zajmuje się eksploatacją systemów hiperbarycznych i zdalnie sterowanych pojazdów głębinowych.