

NIEOCZYWISTE OCZYWISTE...

Maciej Konarski

Zakład Technologii Prac Podwodnych Akademii Marynarki Wojennej w Gdyni

ARTICLE INFO

PolHypRes 2018 Vol. 64 Issue 4 pp. 79 - 84

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

DOI: 10.2478/phr-2018-0026

Strony: 0, rysunki 3, tabele: 0

page www of the periodical: www.phr.net.pl

Publisher

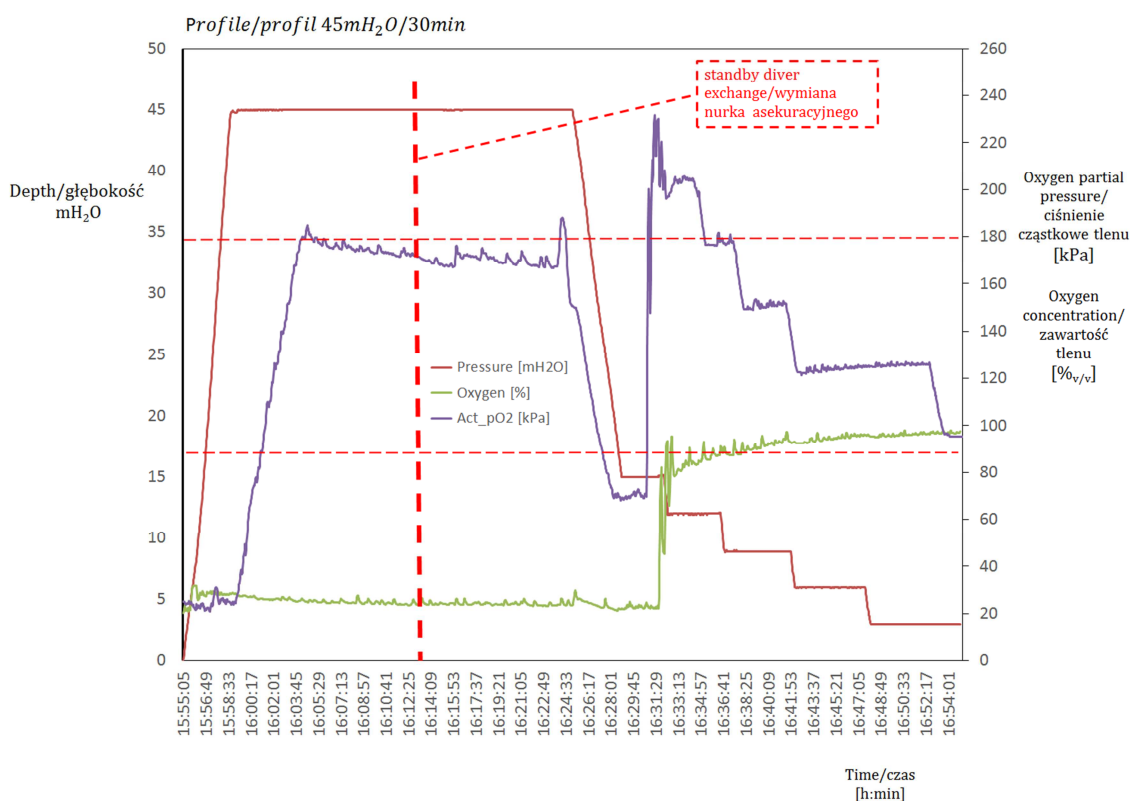
Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society

Perspektywa ponad 25 lat, przepracowanych w charakterze lekarza służby nurkowej, daje mi (w osobistym mniemaniu) przywilej podzielenia się z Czytelnikami spostrzeżeniami, nie do końca opartymi o naukowe zasady opisu zjawisk – choć do tej pory zawsze starałem się publikować zgodnie z zasadami EBM (ang. Evidence-Based Medicine). Ale równocześnie, wszyscy prawdziwi pasjonaci nurkowania zdają sobie sprawę z tego, że nie ma chyba drugiej takiej dziedziny działalności człowieka, gdzie tak duże znaczenie odgrywają niezmiennie lepiej lub nieco gorzej udokumentowane spostrzeżenia i zasady. Zbiorczo, w działalności nurkowej określane są zazwyczaj terminem „dobrej praktyki nurkowej” i tak się składa, że większość z nich w jakiejś mierze przekłada się na bezpieczeństwo nurkowania, w tym możliwe niekorzystne następstwa dla zdrowia i życia nurka.

Znakomitym przykładem „dobrej praktyki nurkowej” jest choćby rutynowe stosowanie tzw. przystanku bezpieczeństwa, czy – co istotne dla dalszej części niniejszego wywodu – unikanie wynurzania po tzw. obrysie dekompresji oraz stałe utrzymywanie (się) nurka w odpowiednio wysokiej kondycji psychofizycznej do nurkowania.

Mimo, iż podstawą postępu naukowego jest odpowiednio zaplanowany eksperyment, bywa, że badacze spostrzegają zjawiska, które niekoniecznie dotyczą meritum problemu badawczego; coś takiego zdarzyło się właśnie naszemu zespołowi z Zakładu Technologii Prac Podwodnych (ZTPP) Akademii Marynarki Wojennej (AMW) w Gdyni, w ramach realizacji jednego z etapów programu testowania systemu dekompresji dla aparatu nurkowego *CRABE*, w konfiguracji *N_x/O₂-SCR SCUBA* w zakresie głębokości operacyjnych 0-60 mH₂O.

O ile samo testowanie systemu dekompresji nitroksowo-tlenowej, w oparciu o wygenerowane przez Kierownika projektu – dr hab. inż. Ryszarda Kłosa, profesora AMW, dedykowane dla aparatu nurkowego *CRABE* nowe tabele dekompresyjne przebiegło nadzwyczaj bezproblemowo, o tyle uwagę zespołu zwróciły wyniki badania nurków zabezpieczających eksperyment, a korzystających z powietrza jako zasadniczego czynnika oddechowego i dekompresji tlenowej w przedziale głębokości od 12 mH₂O do powierzchni [1]. W związku z głębokością i czasem trwania nurkowania eksperymentalnego, w przyjętym systemie zabezpieczenia (profil nurkowania nurka zabezpieczającego według obowiązującej w Marynarce Wojennej powietrznej *Tabeli 3 MW*) koniecznością stała się wymiana nurków zabezpieczających, w odpowiednio dobranym momencie ekspozycji – przykład profilu z zaznaczonym momentem wymiany przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1 Przykładowy profil nurkowania z zaznaczonym momentem wymiany nurków zabezpieczających.

W ramach testowania systemu dekompresji dla aparatu nurkowego *CRABE* zrealizowano ekspozycje nurkowe z wykorzystaniem standardowych mieszanin nitroksowych NATO: 32,5, 40 i 60 %O₂. Do oceny zagrożenia wystąpienia incydentu choroby dekompresyjnej (DCS) wykorzystywano znaną i dobrze sprawdzoną metodę detekcji wolnej fazy gazowej we krwi żyłnej nurków, za pomocą akustycznego skanera dopplerowskiego typu CW, produkcji Techno Scientific Inc., Kanada, który z powodzeniem użytkujemy w ZTPP AMW od blisko 20 lat [2]. Uzyskany wynik pomiaru przenoszono do protokołu badania, wykorzystując konwersję sygnału akustycznego na kod cyfrowy gradacji pęcherzyków gazowych, zaproponowany przez Kismana i Masurela, znany szerzej jako *kod K-M*. Nie wdając się w szczegóły, można w uproszczeniu przyjąć, że im niższa gradacja sygnału, tym niższe prawdopodobieństwo wystąpienia DCS – skany przykładowych protokołów badania nurka eksperymentalnego i zabezpieczającego przedstawiono na rys. 2 i 3.

(a)

I 83/1A x 60/P1

Imię i nazwisko nurka:										Data										
										08.11.2018										
Czas	Okolica serca				Lewe ramię				Prawe ramię				konwersja kodu K - M na stopień gradacji pęcherzy gazowych							
	Astronom.	Operac.	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g								
12:04	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:24	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:04	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:34	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:04	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:34	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parametry kodu K - M			
f	p	a	
Parametr częstotliwości	Parametr udziału procentowego	Parametr czasu trwania	Parametr amplitudy
Kod	Częstotliwość [1/obrotów serca]	Częstotliwość [%]	Amplituda sygnału [w stosunku do sygnału tła]
0	0	0	brak pęcherzyków
1	1-2	1-10	łedwo dostrzeżalna, Ab<vc
2	pojedyncze 3-8	10-50	umiarkowana, Ab=vc
3	ciągłe dudnienie 9-40	50-99	głośna, Ab=Ac
4	dźwięk ciągły	100	maksymalna, Ab=Ac

(b)

83 zab

Imię i nazwisko nurka:										Data										
										08.11.2018										
Czas	Okolica serca				Lewe ramię				Prawe ramię				konwersja kodu K - M na stopień gradacji pęcherzy gazowych							
	Astronom.	Operac.	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g								
12:24	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10:54	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:24	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:54	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:24	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parametry kodu K - M			
f	p	a	
Parametr częstotliwości	Parametr udziału procentowego	Parametr czasu trwania	Parametr amplitudy
Kod	Częstotliwość [1/obrotów serca]	Częstotliwość [%]	Amplituda sygnału [w stosunku do sygnału tła]
0	0	0	brak pęcherzyków
1	1-2	1-10	łedwo dostrzeżalna, Ab<vc
2	pojedyncze 3-8	10-50	umiarkowana, Ab=vc
3	ciągłe dudnienie 9-40	50-99	głośna, Ab=Ac
4	dźwięk ciągły	100	maksymalna, Ab=Ac

Rys. 2 Skan protokołu badania dopplerowskiego nurka eksperymentalnego (a) i zabezpieczającego (b) - #1.

(a)

I 85/1A x 60/P1

Imię i nazwisko nurka:										Data										
										09.11.2018										
Czas	Okolica serca				Lewe ramię				Prawe ramię				konwersja kodu K - M na stopień gradacji pęcherzy gazowych							
	Astronom.	Operac.	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g								
11:55	0:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:25	0:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:55	1:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:25	1:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:55	2:10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:25	2:40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parametry kodu K - M			
f	p	a	
Parametr częstotliwości	Parametr udziału procentowego	Parametr czasu trwania	Parametr amplitudy
Kod	Częstotliwość [1/obrotów serca]	Częstotliwość [%]	Amplituda sygnału [w stosunku do sygnału tła]
0	0	0	brak pęcherzyków
1	1-2	1-10	łedwo dostrzeżalna, Ab<vc
2	pojedyncze 3-8	10-50	umiarkowana, Ab=vc
3	ciągłe dudnienie 9-40	50-99	głośna, Ab=Ac
4	dźwięk ciągły	100	maksymalna, Ab=Ac

(b)

zab 2 85

Imię i nazwisko nurka:										Data										
										09.11.2018										
Czas	Okolica serca				Lewe ramię				Prawe ramię				konwersja kodu K - M na stopień gradacji pęcherzy gazowych							
	Astronom.	Operac.	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g	fpa	g								
12:15	0:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45	1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:15	1:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13:45	2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14:15	2:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Parametry kodu K - M			
f	p	a	
Parametr częstotliwości	Parametr udziału procentowego	Parametr czasu trwania	Parametr amplitudy
Kod	Częstotliwość [1/obrotów serca]	Częstotliwość [%]	Amplituda sygnału [w stosunku do sygnału tła]
0	0	0	brak pęcherzyków
1	1-2	1-10	łedwo dostrzeżalna, Ab<vc
2	pojedyncze 3-8	10-50	umiarkowana, Ab=vc
3	ciągłe dudnienie 9-40	50-99	głośna, Ab=Ac
4	dźwięk ciągły	100	maksymalna, Ab=Ac

Rys. 3 Skan protokołu badania dopplerowskiego nurka eksperymentalnego (a) i zabezpieczającego (b) - #2.



Ciekawe, że jedynie podczas testów dla mieszaniny $Nx 40\%O_2$ wystąpiły anonsowane wcześniej, interesujące obserwacje odnośnie nurków zabezpieczających – co łatwo zauważyć, porównując protokoły badania nurka eksperymentalnego (a) i zabezpieczającego (b) na rys. 2 i 3. Po analizie zagadnienia doszliśmy do wniosku, że wystąpienie rejestrowalnej wolnej fazy gazowej w naczyniach żylnych nurków zabezpieczających wynikało ze specyfiki realizowanych ekspozycji hiperbarycznych, w zakresie czasu, głębokości oraz wykorzystywanego czynnika oddechowego (powietrze) i dotyczyły jedynie nurków zabezpieczających „drugich” – odbywających ekspozycję powietrzną na głębokości 40+ mH₂O, z krótkim czasem pobytu na plateau, ale równocześnie z krótką dekompresją tlenową (według *Tabeli 3 MW*), umożliwiające „wpisanie się” w profil dekompresji nurka eksperymentalnego.

Jednym słowem, były to zatem nurkowania „po obrysie dekompresji”, jakich – z przyczyn oczywistych – powinno się unikać... a przynajmniej podczas realnych nurkowań (szczególnie realizacji prac podwodnych) i co wpaja się kursantom podczas szkoleń nurkowych. Niestety, wielu nurków nie widzi w takim postępowaniu istotnego zagrożenia, często realizując dekompresję „po obrysie”, a nawet wdrażając w praktykę różnego rodzaju pomysły, dotyczące profilu nurkowania, jak choćby znana starszej generacji nurków idea „złotej 50-tki”...

Co gorsze, w mojej ocenie problem zwiększonego ryzyka wystąpienia DCS w związku z nurkowaniem „po obrysie dekompresji” nie dotyczy tylko średnich i dużych głębokości: znane są przypadki wystąpienia choroby dekompresyjnej po długotrwałych – ale cały czas dopuszczanych w stosowanej przez nurka tabeli dekompresyjnej, czasach ekspozycji – nurkowaniach na małe głębokości, w okolicach 10-12 mH₂O. Przypadek taki przedstawiliśmy na łamach *PHR* kilka lat temu [3].

Opisane wyżej spostrzeżenia na tyle zaintrygowały nasz zespół, że postanowiliśmy jeszcze w innych kontekstach przyjrzeć się zarejestrowanym wynikom naszych badań. W odniesieniu do problemu bezpieczeństwa nurkowania, na podstawie protokołów screeningu dopplerowskiego nurków, można wysnuć tezę, iż istotnym czynnikiem ryzyka wystąpienia incydentu dekompresyjnego (czy wręcz DCS) jest jeszcze inna równie znana, co rzadko uświadamiana sobie przez nurków zmienna – a mianowicie czas przerwy pomiędzy nurkowaniem. I o ile przeważająca większość nurków zdaje sobie sprawę z istotności czasu przerwy w ujęciu „in plus”, jak to ma miejsce w przypadku przerwy powierzchniowej pomiędzy nurkowaniem, czy konieczności stosowania przerw w trakcie realizacji cyklu nurkowań (długotrwałej operacji nurkowej), o tyle nie leży już w powszechnej świadomości problem czasu przerwy w ujęciu „in minus” – a okazuje się, że w przypadku realizacji nurkowań (szczególnie tych „obciążających”) na średnie i duże głębokości, nie jest pożądane, aby odstęp czasu pomiędzy kolejnymi nurkowaniem na podobne plateau był zbyt długi.

Zatem liczę na to, iż samo z siebie, w głowach szanownych Czytelników rodzi się w tym momencie pytanie: jak długo..? No cóż, z przyczyn oczywistych precyzyjnie nie odpowiem – ale z obserwacji naszego zespołu, poczynionych w stosunku do grupy nurków eksperymentalnych, stale utrzymywanych w gotowości

wynika, że odstęp czasowy rzędu 3-4 tygodni pomiędzy kolejnymi podobnymi nurkowaniem na średnie i duże głębokości jest czynnikiem, skutkującym zauważalnym „pogorszeniem” zapisów w protokołach screeningu dopplerowskiego... Czy prościej: tam, gdzie u nurka utrzymywanego w cyklu nurkowym, w protokole występowały „zera” lub gradacja sygnału była na bardzo niskim poziomie, po zbyt długiej przerwie (na przykład spowodowanej urlopem, czy wymuszonej z przyczyn służbowych) zauważalnie urastała. Równocześnie, zastosowanie procedury treningowej, polegającej na stopniowej adaptacji nurka do głębokości, definitywnie rozwiązywało problem – a taką procedurę stosowaliśmy obligatoryjnie wobec wszystkich nurków, w związku z dłuższymi (ponad 1 miesiąc) przerwami w realizacji projektu. Tak więc, wydaję się celowym zapamiętać, że fakt, iż nurek w ubiegłym sezonie wykonał (uprzednio się do tego przygotowując) bezpiecznie nurkowanie na głębokość 40+ mH₂O, nie upoważnia go do powtórzenia tego wyczynu „z marszu” w sezonie bieżącym...

Zdaję sobie sprawę, że wszystkich spośród szanownych Czytelników do końca nie zadowolą opisane tu spostrzeżenia – bo skądinąd słuszne mogą być domniemania, że to może „wina” stosowanej przez nas powietrznej *Tabeli 3 MW* (choć ta dobrze sprawdza się w MW od bez mała 40 lat), może zastosowanej „subiektywnej” procedury screeningu dopplerowskiego, opierającej się na wrażliwości akustycznej moich starzejących się z dnia na dzień uszu, może pochodnych antropometrycznych (lub dowolnych innych) uczestniczącej w projekcie grupy nurków, w końcu, może wpływu jeszcze innych czynników..? Jak by nie było, trudno nie zgodzić się jednak z twierdzeniem, że obydwie poruszone tu zagadnienia, choć w zasadzie plasują się w kategorii zjawisk „oczywistych” zarówno dla profesjonalistów, jak i zwykłych pasjonatów nurkowania po podstawowym kursie medycyny nurkowej, rzadko są uświadamiane, a tym bardziej postrzegane jako istotny czynnik ryzyka możliwych niekorzystnych następstw dla zdrowia i życia nurka...

...a w związku z Nowym Rokiem 2019, chciałbym życzyć szanownym Czytelnikom (i sobie) tylu wynurzeń (w pełni zdrowia !), ilu zanurzeń.

Podziękowanie dla Kierownika projektu – dr hab. inż. Ryszarda Kłosa, profesora AMW oraz Kolegów z zespołu realizującego ekspozycje – dr inż. Arkadiusza Woźniaka i mgr inż. Romana Szymańskiego, za inspirację, pomoc i współpracę przy badaniach.

LITERATURA

1. Sygn. Mar. Woj. 860/81: Tabele dekompresji i rekompresji nurków. DMW, Gdynia 1982;
2. Nishi R. Doppler and Ultrasonic bubble detection. In: Bennett PB, Elliott DH, eds. The physiology and medicine of diving. 4th edition, W. B. Saunders Company Ltd., London 1993: 433-53. ISBN 0-7020-1589-X;
3. Olszański R, Konarski M. Choroba dekompresyjna u nurka po długotrwałym nurkowaniu powietrznym na małej głębokości – opis przypadku. *Pol Hyp Res* 2010; 33(4): 89-96. ISSN 1734-7009.

dr med. Maciej Konarski

Akademia Marynarki Wojennej im. Bohaterów Westerplatte
Zakład Technologii Prac Podwodnych
81 – 103 Gdynia 3
ul. Śmidowicza 69
Tel: +58 626 27 46
mail: mkonarski@op.pl