

IANTD

International Association of
Nitrox and Technical Divers



© Brigitte Leode

TEK LITE MANUAL

Student Manual

Wyłączenie odpowiedzialności

Dołożyliśmy starań, aby niniejszy podręcznik zawierał informacje możliwie najbardziej aktualne oraz przekazane we właściwy sposób. Pomimo tego mogą się zdarzyć nieumyślne błędy. Autorzy, Zarząd, Rada Nadzorcza, Rada Doradcza lub jakiegokolwiek strony związane z International Association of Nitrox Divers, Inc. d.b.a. International Association of Nitrox oraz Technical Divers (IANTD) nie przyjmują żadnej odpowiedzialności za wypadki lub urazy powstałe w wyniku użycia lub niewłaściwego użycia materiałów z niniejszego podręcznika lub związanych z nurkowaniem, z wykorzystaniem urządzeń obiegu otwartego, zamkniętego i/lub pół zamkniętego, oraz z wykorzystaniem zarówno sprężonego powietrza, jak i alternatywnych mieszanin gazów oddechowych, w tym mieszanek tlenu, azotu i/lub helu i/lub neonu.

Nurkowanie z akwalungiem, w tym korzystanie pod wodą ze sprężonego powietrza i jakiegokolwiek mieszaniny gazów, wiąże się z ryzykiem. Może spowodować wypadek skutkujący kalectwem lub śmiercią. Odmienne uwarunkowania fizjologiczne wynikające z kondycji fizycznej mogą prowadzić do poważnego wypadku lub śmierci, przy stosowaniu przyjętych standardów, limitów tlenowych i właściwym korzystaniu z tabeli i komputerów. Wszystkie osoby które chcą brać udział w nurkowaniu z akwalungiem, muszą zostać przeszkolone przez certyfikowanego instruktora i spełnić krajowe wymogi certyfikacji. Korzystanie z alternatywnych mieszanin oddechowych, w kombinacjach tlenu, azotu i/lub helu i/lub neonu, oprócz tradycyjnych kursów nurkowania, wymaga odbycia dodatkowego przeszkolenia.

Przeszkoleni i certyfikowani nurkowie, niezależnie od tego czy używają sprężonego powietrza, czy alternatywnych mieszanin oddechowych, są zorientowani w zakresie ryzyka związanego z nurkowaniem i wykorzystywaniem podanych powyżej mieszanin. Sami ponoszą odpowiedzialność za swoje działania. Poszczególne osoby nie powinny nurkować i używać sprężonego powietrza, chyba że chcą ukończyć odpowiedni kurs, zdać egzaminy i otrzymać certyfikaty. Nurkowie, poprzez udział w nurkowaniach, powinni utrzymywać umiejętności i wiedzę na odpowiednim poziomie. Powinni także akceptować ryzyko ewentualnych wypadków lub śmierci, które mogą być wynikiem nurkowania.

Autorzy: Tom Mount, N.D., Ph.D., Th.D.; David Doolette, Ph.D.; David Sawatzky, M.D. and Lee Somers, Ph.D.

Redakcja: IANTD

Opracowanie graficzne: Luis Augusto Pedro

Zdjęcie na okładce: Brigitte Leccia

Konsultacje specjalistyczne Andrzej Kruczkowski

Copyright 1999-2015 © by The International Association of Nitrox and Technical Divers/IAND, Inc.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być powielana lub przekazywana w jakiegokolwiek formie, przy użyciu jakichkolwiek środków, elektronicznie lub mechanicznie, bez pisemnej zgody IAND, Inc./IANTD

Logo IAND oraz IANTD stanowią zastrzeżone znaki handlowe ® i zarejestrowane znaki usługowe należące do International Association of Nitrox Divers, Inc. d.b.a. IANTD

2124 NE 123 Street, Suite 210, Miami, FL 33181-2939 USA

ISBN 0-915539-07-1

Drukowane w Polsce.

O AUTORACH



Dr Tom Mount, N.D., Ph.D., Th.D. - Tom jest dyrektorem generalnym i prezesem Rady Nadzorczej IANTD. Tom jest magistrem nauk o zdrowiu oraz doktorem nauk w dziedzinie naturalnego leczenia i naturopatii. Posiada doktorat w dziedzinie duchowości i zdrowia holistycznego. Tom został wyświęcony w International Science of Mind Church for Spiritual Healing oraz w All Faiths Church of Spirituality and Health. Tom jest poważany za wiedzę w zakresie psychologii przetrwania. W tej dziedzinie opublikował szereg artykułów i rozdziałów w książkach. Jest pionierem nurkowania od początków nurkowania jaskiniowego, poprzez wprowadzenie nurkowania głębokiego i

nurkowania na mieszankach gazowych, a także rozwoju rynku rekreacyjnego (nurkowanie techniczne) oraz sformułowanie oryginalnych koncepcji, dzisiaj powszechnie przyjętych w nurkowaniach CCR.

Otrzymał nagrodę NOGI w dziedzinie edukacji sportowej, tytuł Diver of The Year przyznawany przez Beneath the Sea a także szereg innych wyróżnień od organizacji nurkowych i NOAA. Jest autorem wielu podręczników IANTD, takich jak Cave Diving, Advanced Deeper Diving czy CCR Normoxic Trimix. Inne jego prace to: Safe Cave Diving, Practical Diving, The New Practical Diving, Mixed Gas Diving, Technical Diver Encyclopedia, Exploration and Mixed Gas Diving Encyclopedia - The Tao of Survival Underwater oraz The Greatest Adventure - Photography. Ponadto opublikował ponad 400 artykułów. Tom jest także znakomitym mistrzem sztuk walki, trzykrotnie wyróżnionym przez United States Martial Arts Hall of Fame. Jest SOKE i ma 10 Dan Ki Survival Systems, 9 Dan w Kick Boxing, 8 Dan w Taekwondo Do, 8 Dan w Hapkido, jest instruktorem egzaminatorem Muay Thai, instruktorem: Dim Mak, Qi Gong, ma 4 Dan w Judo, and czarny pas w wielu innych stylach.

Dr David Doolette, Ph.D. - David jest pracownikiem naukowym w Zakładzie Anestezjologii i Intensywnej Terapii Uniwersytetu w Adelajdzie / Królewskim Szpitalu w Adelajdzie w Australii. Specjalistą w dziedzinie neurofizjologii i neurofarmakologii. Interesuje się także fizjologią nurkowania. Jego obecne badania obejmują: funkcję układu nerwowego, procedury dekompresyjne, choroby dekompresyjne i zarządzanie zdrowiem u nurków zawodowych oraz podstawowe mechanizmy wymiany gazu obojętnego. Jest doradcą w dziedzinie fizjologii nurkowania w sektorze rekreacyjnym i zawodowym w Australii. David nurkuje od 1979 roku i obecnie zajmuje się głównie badaniami podwodnymi w Australii. Oprócz eksploracji odpowiada także za opracowywanie protokołów dekompresyjnych, procedur nurkowania na mieszankach gazowych i zarządzania zdrowiem podczas przedłużonego przebywania pod wodą.

David Sawatzky, M.D. - David jest specjalistą w dziedzinie medycyny nurkowej, współpracującym z Defence Research and Development Toronto (dawniej DCIEM) od 1998. Poprzednio pracował w Canadian Forces jako Staff Officer w dziedzinie medycyny hiperbarycznej

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX & TECHNICAL DIVERS

w DCIEM, a następnie jako Senior Medical Officer w Garrison Support Unit Toronto. Redaguje comiesięczną rubrykę w Diver Magazine, jest członkiem Board of Advisors w International Association of Nitrox and Technical Divers (IANTD). Jest też aktywnym nurkiem jaskiniowym, trimixowym oraz instruktorem CCR. David nurkuje tak często jak tylko to możliwe, chociaż przyznaje, że obecnie jego priorytetem #1 jest jego fantastyczny synek, Lukas.

Lee Somers, Ph.D. - Lee jest autorem licznych tekstów i artykułów na temat nurkowania, w tym podręcznika IANTD Advanced Nitrox Diver. Przyczynił się również do napisania IANTD Technical Diver Encyclopedia. Lee był poprzednio zatrudniony na University of Michigan jako Scientific Diving Officer i ma ogromne doświadczenie w zakresie nurkowań technicznych i saturowanych. Przed odejściem na emeryturę Lee zajmował czołowe stanowiska w wielu prestiżowych organizacjach nurkowych, w tym NAUI i YMCA.



SPIS TREŚCI

ROZDZIAŁ 1 – PLANOWANIE NURKOWANIA.....	11
ROZDZIAŁ 2 - SPRZĘT	29
ROZDZIAŁ 3 - TLEN	47
ROZDZIAŁ 4 - NARKOZA	57
ROZDZIAŁ 5 – CHOROBA DEKOMPRESYJNA.....	69
ROZDZIAŁ 6 - NURKOWANIE I PSYCHOLOGIA.....	79
ROZDZIAŁ 7 – TECHNIKI NURKOWANIA.....	101
SŁOWNIK POJĘĆ	108
PRZYPISY I PRACE CYTOWANE.....	115
ZAŁĄCZNIK 1 – ZNAKI NURKOWE	119

PODZIĘKOWANIA

Redakcja techniczna

Luis Augusto Pedro

Zdjęcia

Dolphin Eye & Dolphin Eye Team

Aquaticos

Brigitte Leccia

Marcos Kulenkampff

Kadu Pinheiro

Szczególne podziękowania

IANTD pragnie wyrazić podziękowania producentom sprzętu oraz firmom, które udostępniły zdjęcia i znaki firmowe oraz inne materiały graficzne na potrzeby tego podręcznika:

Analox

Dive Rite Incorporate

Hollis Gear

Oceanpro

Scubapro

Shearwater



INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX AND TECHNICAL DIVERS

ADVANCED EANx DIVER

&

ADVANCED RECREATIONAL TRIMIX DIVER

Student Manual



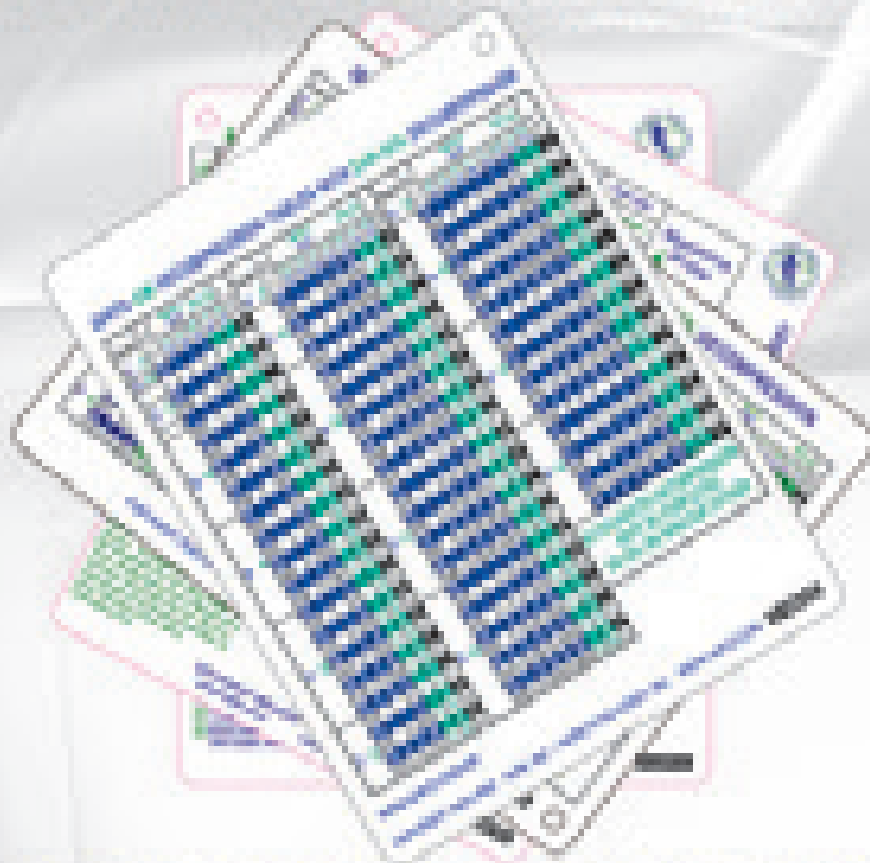
30 YEARS
Leading the Way



CHAPTER 1

DIVE PLANING

by Tom Mount, D.Sc., Ph.D. and Lee Somers, Ph.D.



INTERNATIONAL ASSOCIATION OF
NITROX AND TECHNICAL DIVERS

The Leader in Diver Education



ROZDZIAŁ 1 – PLANOWANIE NURKOWANIA

by Tom Mount, D.Sc., Ph.D. and Lee Somers, Ph.D.

Nurkowanie głębokie wiąże się z kilkoma ważnymi rozważaniami na temat planowania nurkowania. Należy uwzględnić aspekty planowania nurkowania z poprzednich kursów, a także dodatkowe kwestie związane z zarządzaniem gazami i planowaniem mieszanek. Kompletny plan nurkowania obejmie wcześniej wprowadzone koncepcje, takie jak: informacje dotyczące lokalizacji, wyboru partnera, odpowiedzialności, oceny środowiska i rodzaju nurkowania. Te podstawowe zagadnienia powinny ci być dobrze znane, a niniejszy rozdział poświęcony będzie nowym elementom, które muszą być uwzględnione przy głębszych nurkowaniach. Kolejne kroki przedstawiono w tabeli załączonej do tego rozdziału.

ZARZĄDZANIE TLENEM

Nurkując głęboko musisz dokładnie zaplanować mieszaniny gazów pod względem zawartości tlenu, aby mieć pewność, że pozostaną one w granicach tolerancji tlenowej i będą optymalne dla wymagań wynikających z czasu dennego i dekompresji. Czynniki wpływające na zarządzanie tlenem obejmują czas trwania nurkowania, głębokość i potrzeby dekompresji. Jako nurek Tek Lite, niezależnie od tego, czy uzyskasz poziom Advanced Nitrox Diver czy Advanced Recreational Trimix Diver, będziesz mógł używać EAN 50 do dekompresji z całkowitym czasem dekompresji do 15 minut.

Limity tego kursu nie pozwalają przekraczać maksymalnego ciśnienia parcjalnego tlenu 1,6 ATA w żadnym momencie nurkowania i wymagają zredukowania ciśnienia parcjalnego tlenu, jeśli nurkowanie mieści się w zakresie 80% wartości dopuszczalnych limitów ekspozycji tlenowej. Dla wszystkich celów praktycznych mieszanka denna nie przekracza PO₂ 1,5 ATA. Ponadto jeśli nurek przewiduje zwiększony wysiłek fizyczny lub nurkowanie w zimnej wodzie, należy wprowadzić dodatkowe modyfikacje, tj. ograniczyć maksymalne ciśnienie parcjalne tlenu do 1,4 ATA dla docelowej głębokości operacyjnej (TOD), którą planuje i 1,6 ATA dla maksymalnej głębokości operacyjnej (MOD). W tym przypadku byłaby to maksymalna możliwa do uzyskania głębokość lub głębokość “co jeśli” dla tego nurkowania. Podczas planowania nurkowania wymogi dotyczące tlenu i dekompresji determinują bezpieczny czas nurkowania.

Traktuj tlen poważnie! Planuj nurkowanie tak, by pozostać w granicach bezpiecznych dla centralnego układu nerwowego (CNS) i toksyczności płucnej. Zgodnie z tabelami CNS/OTU, 1.5 ATA pozwala nurkowi na 120 minut czasu ekspozycji tlenowej.

PLANOWANIE NAJLEPSZEJ MIESZANKI I MAKSYMALNEJ GŁĘBOKOŚCI OPERACYJNEJ (MOD)

Teraz możesz wyliczyć “best mix” czyli najlepszą mieszankę dla danych warunków nurkowania i określonego PO₂. Przyjmijmy, że chcesz zanurkować na 42 metry (140 fsw). Planujesz nurkowanie dla umiarkowanej temperatury wody i zwiększonego wysiłku ze względu na występowanie prądu. Dlatego przyjmijmy maksymalne PO₂ = 1.45 ATA.

$$PO_2 = \frac{PO_{2max}}{\left[\frac{O_{2max}}{10_{atm}} + 1 \right]} \quad \text{OR} \quad PO_2 = \frac{PO_{2max}}{\left[\frac{O_{2max}}{10_{atm}} + 1 \right]}$$

Podstawmy do wzoru wartości ciśnienia parcjalnego tlenu oraz głębokości:

$$PO_2 = \frac{1.45_{atm}}{\left[\frac{140_{atm}}{10_{atm}} + 1 \right]} \quad \text{OR} \quad PO_2 = \frac{1.45_{atm}}{\left[\frac{42_{atm}}{10_{atm}} + 1 \right]}$$

Wynika z tego maksymalne FO2 dla tego nurkowania równe 27.67 % (w zaokrągleniu 28%).

MAKSYMALNA GŁĘBOKOŚĆ OPERACYJNA

Maksymalną głębokość operacyjną (MOD) dla ustalonego PO2 możesz wyliczyć korzystając ze wzoru:

$$MOD = \left[\frac{PO_2}{Fg} + 1 \right] \times 10 \quad \text{OR} \quad MOD = \left[\frac{PO_2}{Fg} + 1 \right] \times 10$$

Gdzie Pg oznacza żądane ciśnienie parcjalne tlenu a Fg jest frakcją tlenu w mieszance gazowej. Możesz także określić docelową głębokość operacyjną (TOD) dla mieszanki EAN 36 tak, by nie przekroczył ciśnienia parcjalnego tlenu PO2 = 1.5 ATA w następujący sposób:

$$100_{fsw} = \left(\frac{3.5}{0.35} \right) \cdot 2 \cdot 10 \quad \text{OR} \quad 100_{msw} = \left(\frac{3.5}{0.35} \right) \cdot 2 \cdot 10$$

TOD = 104.5 fsw (stop) lub TOD = 31.7 msw (metrów).

MOD wyliczysz z tego samego równania, przy czym PO2 będzie wynosić 1.6 ATA. Wyliczona wartość MOD to 34.4 msw (113.6 fsw). Przy zwiększonym obciążeniu lub dla zimnej wody TOD zaplanuj dla PO2 = 1.4 ATA.

RÓWOWAŻNA GŁĘBOKOŚĆ POWIETRZNA

Analizując gazy na miejscu nurkowym stwierdzasz, że zawartość tlenu w mieszance wynosi 32%. Jeśli planujesz nurkowanie na 30 msw (100 fsw), to jaka będzie ekwiwalentna głębokość powietrzna (EAD)?

$$100_{fsw} = \left(\frac{10 \cdot 32 \cdot P_{atm} + 10_{fsw}}{0.32} \right) \cdot 0.32 \quad \text{OR} \quad 100_{msw} = \left(\frac{10 \cdot 32 \cdot P_{atm} + 10_{msw}}{0.32} \right) \cdot 0.32$$

FN2 jest dziesiątą frakcją azotu w mieszance a D głębokością w metrach lub stopach. Z analizy gazów wynika, że zawartość tlenu w mieszance wynosi 32% a ty planujesz MOD 30 msw (100 fsw). Czy mieszanka jest odpowiednia dla tego nurkowania? Możesz szybko wyliczyć MOD korzystając z podanego wzoru. Podstawiasz wartość 0.32 dla frakcji tlenu:

MOD dla tej mieszanki wynosi 36.87 msw (121 fsw).

$$100_{fsw} = \left(\frac{3.5}{0.32} \right) \cdot 2 \cdot 10 \quad \text{OR} \quad 100_{msw} = \left(\frac{3.5}{0.32} \right) \cdot 2 \cdot 10$$

Zawsze planuj limity związane z głębokością i tlenem w sposób rozsądny i konserwatywny.

Maksymalne głębokości dla określonych procentowo zawartości tlenu wynikających z żądanych ciśnień parcjalnych tlenu podano w tabeli IANTD EAD/MOD

Możesz teraz podstawić do wzoru na EAD nowe wartości dla głębokości i frakcji azotu:

$$EAD_{27} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.32 + 3.0) \cdot 27}{2.24} \right\rfloor - 0.3 \quad \text{EAD}_{27} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.32 + 3.0) \cdot 27}{2.24} \right\rfloor - 0.3$$

W ten sposób wyliczysz, że ekwiwalentna głębokość powietrzna wynosi 24.4 msw (81 fsw). Sprawdź w tabeli powietrznej wynik dla 27 msw (90 fsw).

Gdyby nurek używał trimixu 32/15 (32% tlenu i 15% helu) zamiast EAN 32, EAD byłaby płytsza, co można wyliczyć w następujący sposób:

$$EAD_{42} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.32 + 3.0) \cdot 42}{2.24} \right\rfloor - 0.3 \quad \text{EAD}_{42} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.32 + 3.0) \cdot 42}{2.24} \right\rfloor - 0.3$$

Powyższa mieszanka, trimix 32/15, dzięki zawartości 15% helu pozwoliła obniżyć EAD do 16.8 msw (56 fsw). A zatem z dodania helu do mieszanki wynika oczywista redukcja narkozy. Wróćmy do podanego na samym początku przykładu nurkowania na 42 msw (140 fsw) i przyjmijmy, że do jego wykonania będzie użyty trimix 28/25:

$$EAD_{42} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.28 + 3.0) \cdot 42}{2.24} \right\rfloor - 0.3 \quad \text{EAD}_{42} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.28 + 3.0) \cdot 42}{2.24} \right\rfloor - 0.3$$

Wówczas poziom narkotyczności (EAD) dla mieszanki trimix 28/25 będzie wynosić 2 msw (70 fsw). Gdyby nurek wykonywał to samo nurkowanie na mieszance nitrox EAN 28, poziom narkotyczności odpowiadałby głębokości EAD 37.39 msw (124.6 fsw).

$$EAD_{42} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.28 + 3.0) \cdot 42}{2.24} \right\rfloor - 0.3 \quad \text{EAD}_{42} = \left\lfloor \frac{(20.447 \cdot 0.28 + 3.0) \cdot 42}{2.24} \right\rfloor - 0.3$$

Porównanie mieszanek trimix 28/25 i EAN 28 ilustruje przewagę jaką daje nurkowi trimix w stosunku do nitroxu pod względem redukcji narkozy podczas nurkowania.

ŚLEDZENIE EKSPOZYCJI TLENOWEJ

Podczas planowania należy uwzględnić ekspozycję tlenową by uniknąć narażenia organizmu na toksyczność tlenową, szczególnie neurologiczną - centralnego układu nerwowego (CNS).

Ryzyko zatrucia tlenem CNS można określić dzieląc aktualny czas ekspozycji przy danym ciśnieniu parcjalnym tlenu przez dopuszczalny czas ekspozycji. Jednak łatwiejszym i bardziej efektywnym sposobem zaplanowania ekspozycji tlenowej jest skorzystanie z tabeli IANTD EAD/MOD.

Korzystając z tabeli znajdź wybrane PO2 – zaczyna się od EAN 24 i wzrasta aż do 100% tlenu. Mieszanka znajduje się po lewej stronie tabeli. Przesuwając się w prawo znajdziesz różne głębokości i EAD, niżej pokazano PO2, wartości OTU na minutę i wreszcie ekspozycję % CNS. W kolumnie po prawej stronie wyszczególniono MOD dla różnych poziomów PO2.

Ta tabela jest bardzo przydatnym narzędziem podczas planowania nurkowań. Jej wodoodporna wersja jest dołączona do zestawu Advanced EANx oraz Advanced Recreational Trimix. Inną przydatną podczas planowania nurkowań i zawartą w zestawie tabelą jest tabela do monitorowania ekspozycji tlenowej IANTD OTU/CNS. Korzystając z niej, sprawdzasz PO2 i czas nurkowania dla tego PO2, który wynosi od 1 do 60 minut. W zestawie znajdziesz także tabele PO2 i CNS do planowania nurkowań powtórzeniowych.

Actual Depth Fsw'	Actual Depth Msw'	Oxygen Inspired Fraction	EQUIVALENT NARCOSIS DEPTHS					
			CNS 6.3 fsw or 18 meter		CNS 7.0 fsw or 21 meter		CNS 8.2 fsw or 24 meter	
			P1 O2	P1 O2	P1 O2	P1 O2	P1 O2	P1 O2
90'	97'	0.28	0.08	0.14	0.18	0.18	0.18	0.18
100'	108'	0.34	0.11	0.18	0.25	0.23	0.26	0.27
110'	119'	0.39	0.17	0.27	0.31	0.27	0.34	0.32
120'	130'	0.45	0.23	0.38	0.37	0.33	0.42	0.38
130'	141'	0.51	0.31	0.44	0.39	0.36	0.47	0.43
140'	152'	0.57	0.38	0.53	0.36	0.47	0.51	0.47
150'	163'	0.64	0.44	0.60	0.39	0.48	0.54	0.49

Do obliczeń EAD/END na poziomie Advanced Recreational Trimix skorzystaj z tabel IANTD. W tabeli Trimix 32/15, zawartość azotu wynosi 53%. Poniższa tabela podaje END dla tej mieszanki w zakresie głębokości 27-45 msw (90-130 fsw).

Trimix 32/15			
Depth		END <small>Residual for the Maximum Depth</small>	
FSW	MSW	F ₂ %	N ₂ %
90	33	50	17
100	36	54	17
110	39	57	17
120	42	60	17
130	45	64	17

Jeśli korzystasz z tabeli IANTD 28/25 Trimix, frakcja azotu w mieszance będzie wynosić 0.47.



Trimix 28/25			
Depth		END <small>Maximum for this maximum depth</small>	
PSA ¹	MGA ²	PSA ¹	MGA ²
100	30	40	10
110	33	50	20
120	36	60	30
130	39	70	40
140	42	80	50
150	45	90	60

ZARZĄDZANIE GAZAMI OBOJĘTNYMI

Na kursie Advanced EANx i Advanced Recreational Trimix nauczysz się korzystać z tabel nurkowych IANTD EANx i Recreational Trimix. Tabele EANx stworzono na podstawie opracowanych przez Buhlmanna szwajcarskich tabel powietrznych (systemu ZH-L16), bazując na koncepcji ekwiwalentnych głębokości powietrznych. Tabele Buhlmanna należą do najbardziej powszechnie stosowanych tabel nurkowych na świecie. System ZH-L16 jest używany do obliczania dekompresji zarówno przystankowej jak i ciągłej, i stanowi podstawę algorytmów wielu komputerów nurkowych.

Tabele do nurkowania na poziomie trimixu rekreacyjnego powstały w oparciu o model VPM (Variable Permeable Membrane) czyli model zmiennej przenikalności przez membranę. Tabele VPM ze względu na wykorzystywanie głębszych przystanków zostały uznane za bardziej adekwatne dla mieszanek helowych, stosowanych na poziomie tego kursu.

TABELE NURKOWE IANTD: DEFINICJE

Depths – głębokości – wyszczególnione maksymalne głębokości osiągnięte podczas nurkowania.

Bottom Time – czas denny - jest to czas mierzony od zanurzenia do momentu rozpoczęcia wynurzenia na powierzchnię lub do pierwszego przystanku dekompresyjnego.

Decompression Stop Time – czas przystanku dekompresyjnego jest to czas w rzeczywistości spędzony na tym przystanku. Nie wlicza się do niego czasu potrzebnego na dotarcie (wynurzenie) do tego przystanku.

Repetitive Group – grupa powtórzeniowa jest to ilość resztkowego azotu pozostającego w ciele nurka po nurkowaniu.

Surface Interval – przerwa powierzchniowa jest to czas od wynurzenia na powierzchnię po nurkowaniu do momentu rozpoczęcia następnego nurkowania.

Residual Nitrogen Time – czas azotu zalegającego odnosi się do ilości resztkowego azotu pozostającego w ciele nurka po zakończeniu przerwy powierzchniowej. Jest to czas, który nurek musi uwzględnić dodając go do rzeczywistego czasu dennego na zaplanowanej głębokości podczas nurkowania powtórzeniowego.

TABELE NURKOWE IANTD EANX: ZASADY

Prędkość wynurzania nie może przekraczać 10 m/min (33 ft/min)

1. Wybierz w tabeli dokładną głębokość nurkowania lub najbliższą głębszą od niej wartość podaną w tabeli. (Przykład: Dla nurkowania na głębokość 13.5 msw (44 fsw) trwającego 26 minut, dla EAN 32, wybierz wartości: 15 msw (50 fsw) i 30 minut).

2. Nurkowania powtórzeniowe wymagają doliczenia dodatkowego czasu RNT (czas azotu zalegającego), który określasz na podstawie tabeli nurkowań powtórzeniowych. RNT odnosi się do ilości resztkowego azotu pozostającego w ciele nurka po zakończeniu przerwy powierzchniowej.

3. Jeśli głębokość planowanego nurkowania powtórzeniowego znajduje się pomiędzy dwiema wartościami w tabeli, do obliczeń czasu azotu zalegającego wybierz z tabeli płytszą głębokość (jest to podejście bezpieczniejsze gdyż podana dla niej wartość RNT, którą doliczysz do rzeczywistego czasu dennego jest większa).

4. Przystanek bezpieczeństwa przez 3 minuty na 5 metrach (ok. 15 fsw) jest wymagany podczas wynurzania z każdego nurkowania bezdekompresyjnego (bezprzystankowego) (do wysokości 300 m n.p.m.).

TABELE IANTD EANX: OGÓLNE ZASADY

1. Znajdź w Sekcji A rząd odpowiadający maksymalnej głębokości nurkowania msw/ fsw, a następnie idź w dół, aż znajdziesz wartość czasu dennego (Sekcja B). Wybierz dokładną lub najbliższą większą wartość zarówno dla głębokości jak i dla czasu nurkowania. Przesuwaj się w prawo, aż odczytasz grupę powtórzeniową. Oznaczenia literowe grup powtórzeniowych dla nurkowań dekompresyjnych znajdziesz z tyłu tabeli.
2. Znajdź w Sekcji C (poziomo) czas odpowiadający długości przerwy powierzchniowej (SIT).
3. Odczytaj literę oznaczającą nową grupę powtórzeniową (Sekcja D) poniżej w tej samej kolumnie.
4. Dla kolejnych nurkowań odczytaj czas azotu zalegającego (RNT) z Sekcji E na przecięciu kolumny oznaczonej literą właściwej grupy powtórzeniowej z wierszem maksymalnej głębokości planowanej dla następnego nurkowania. Jeśli nie znajdziesz w tabeli dokładnej planowanej głębokości wybierz najbliższą płytszą podaną głębokość.

5. Dodaj czas azotu zalegającego (RNT) do rzeczywistego czasu nurkowania (ABT) aby określić całkowity czas denny planowanego nurkowania (TBT). Całkowity czas denny jest stosowany dla kolejnych nurkowań powtórzeniowych przy obliczaniu dekompresji, grup powtórzeniowych, itd.
6. Jeśli do dekompresji stosujesz nitrox o 50% zawartości tlenu, odpowiedni czas dekompresyjny znajdziesz na odwróconej tabeli.
7. Przed wzniesieniem się na wysokość 2400 m n.p.m. lub przed lotem przy obniżonym ciśnieniu w kabinie samolotu pasażerskiego IANTD zaleca przebywanie na powierzchni przez minimum 12 godzin lub dłużej po nurkowaniach bezdekompresyjnych i minimum 24 godziny po nurkowaniach dekompresyjnych.

Zaplanuj teraz serię trzech nurkowań powtórzeniowych korzystając z tabel nitroxowych: Nitrogen Management Chart oraz IANTD EANx.

KORZYSTANIE Z KOMPUTERÓW NURKOWYCH

Nitroxowe komputery nurkowe są dziś bardzo rozpowszechnione. Wielu producentów wprowadziło modele dla mieszanek helowych, z których część nadaje się do CCR. Komputery te pozwalają na programowanie gazów. W większości zaawansowanych komputerów nurkowych możliwa jest zmiana mieszanek podczas nurkowania. Zatem komputer może być używany praktycznie we wszystkich typach nurkowań. W zależności od modelu komputera, możliwe jest programowanie manualne lub za pomocą komputera osobistego. Nowoczesne oprogramowanie do komputerów nurkowych jest proste w użyciu i ułatwia dokładne planowanie oraz dokumentowanie nurkowań. Niektóre komputery mieszkankowe mają zintegrowane systemy informacji o ciśnieniu gazu w butli.

Szczegółowe scharakteryzowanie komputerów nurkowych nie jest tematem tego opracowania, gdyż dla każdego modelu obowiązują inne instrukcje i procedury, z którymi użytkownik musi się dokładnie zapoznać. W niniejszym podręczniku zaprezentowano jedynie ogólne cechy komputerów nurkowych.

CZYM JEST KOMPUTER NURKOWY?

Przedstawiona tu ogólna dyskusja na temat komputerów nurkowych została zawarta przez Karla Hugginsa w artykule "Komputery nurkowe: użycie i nadużycie".

Komputer nurkowy (DC) jest tym na co wskazuje nazwa, komputerem. Wbrew temu co sądzą niektórzy ludzie, nie monitoruje on ilości azotu w ciele nurka. Jedyne co robi, to przelicza status dekompresji według modelu matematycznego. Komputer nurkowy rejestruje głębokość i czas podczas nurkowania i na bazie tych informacji, zgodnie z modelem matematycznym, podaje informacje o dekompresji. Dzięki temu nurek ma dodatkowe źródło informacji odnośnie zaplanowanego wcześniej nurkowania.

KOMPUTERY NURKOWE: DEFINICJE GŁÓWNYCH KOMPONENTÓW

Czujnik ciśnienia, który konwertuje ciśnienie otoczenia otaczającego nurka na sygnał wprowadzony do wejścia czujnika konwertera A /D (patrz definicja poniżej).

A/D (Analogowy/Cyfrowy) Konwerter który przetwarza sygnał czujnika ciśnienia na cyfrowe "słowo", które może być "odczytywane" przez mikroprocesor.

Mikroprocesor to "mózg", który kontroluje przepływy sygnałów i wykonuje operacje matematyczne i logiczne.

ROM to pamięć "tylko do odczytu", zawierająca kroki programu, które "informują" mikroprocesor, co robić. ROM zawiera również stałe używane w modelu matematycznym, który określa stan dekompresji nurka.

RAM zawiera rejestry pamięci masowej, w których dane zmienne i wyniki są przechowywane podczas obliczeń.

Wyświetlacz prezentujący stan dekompresji nurka.

Zegar, który synchronizuje czynności operacyjne mikroprocesora i jest używany jako źródło informacji o czasie.

Zasilacz urządzenia.

Obudowa urządzenia chroniąca komputer przed działaniem czynników środowiska.

Algorytmami używanymi w komputerach nurkowych są wzory matematyczne i formuły logiczne, w których zmiennymi są głębokość i czas, co czyni je bardziej elastycznymi niż tabele. Czysty model matematyczny zapewnia nieskończoną liczbę rozwiązań dla zmiennych głębokości i czasu. Tabele nurkowe są ograniczonymi listami niektórych rozwiązań opracowanych na podstawie modelu matematycznego.

W tabelach określanie stanu dekompresji opiera się na założeniu, że całe nurkowanie odbywało się na maksymalnej głębokości. Większość nurków spędza tylko niewielką część czasu nurkowania na największej głębokości osiągniętej podczas nurkowania. Oznacza to, że podczas większości nurkowań ciało nurka przyjmuje mniej azotu niż zakładają tabele. Komputery nurkowe, które aktualizują dane o nurkowaniu co kilka sekund, kompensują zmiany głębokości. Umożliwiają to przedstawienie stanu dekompresji nurka na podstawie faktycznego nurkowania, które zostało wykonane. Obliczanie statusu dekompresji w ten sposób posiada następujące zalety:

1. Integracja profilu (nie ma założenia, że całe nurkowanie odbywało się na maksymalnej głębokości).
2. Płytkie części nurkowania (przystanki bezpieczeństwa) są także brane pod uwagę.
3. Głębokość rzeczywista używana przy obliczaniu (15,5 msw/51 fsw, a nie 18 msw/60 fsw).
4. W obliczeniach dla profili nurkowań wielopoziomowych uwzględnia się wszystkie przedziały modelu (większość technik opartych na tabelach wykorzystuje przedziały reprezentujące ich grupy powtórzeniowe).

Jednak wiele zalet komputerów nurkowych może ostatecznie stać się wadami. Komputer pozwala ci na więcej, lecz jeśli urządzenie jest „popychane” do jego granic, to samo dotyczy modelu, przez co zwiększa się ryzyko dla nurka. Nurek musi odczytać wskazania urządzenia, zrozumieć przedstawione informacje i działać w oparciu o te dane. Główną wadą, zarówno tabel jak i komputerów nurkowych jest to, że z całego nurkowania komputer lub tabela rozpoznają jedynie głębokość i czas.

Modele dekompresyjne nie oddają dokładnie tego, co faktycznie dzieje się w ciele. Wszystkie modele próbują uzyskać kombinacje głębokości i czasu, które są bezpieczne dla większości nurków w większości przypadków. Prawie wszystkie dotychczasowe modele dekompresyjne wykorzystują te dwie zmienne: głębokość i czas. Są one stosowane do obliczania stanu dekompresji, który jest wyświetlany nurkowi. Jednak wiele innych czynników może zmienić podatność nurka na chorobę dekompresyjną. Należą do nich tempo wynurzenia, wysiłek fizyczny, temperatura wody, kondycja fizyczna, nawodnienie i poziom alkoholu we krwi a także wiek, płeć, mieszanina oddechowa, itd.

Wyobraźmy to sobie na przykładzie. Dwóch nurków wykonuje nurkowania dla tego samego profilu głębokości i czasu, przy czym jeden z nich jest młody, zdrowy i nurkuje w ciepłym środowisku Karaibów, wkładając w to niewiele wysiłku, podczas gdy drugi z nich jest starszy, skacowany, w złej kondycji fizycznej, nurkuje w zimnej wodzie i wkłada w nurkowanie znaczny wysiłek. Jeśli obaj nurkowie używają komputerów z tym samym modelem dekompresyjnym, to oba komputery będą miały identyczne wskazania stanu dekompresji dla obu nurków. Jednak dziś niektóre komputery nurkowe mogą być programowane przez użytkownika z czynnikiem konserwatywności.

Nurkowie muszą mieć świadomość konieczności uwzględniania dodatkowych czynników bezpieczeństwa w oparciu o znajomość własnej fizjologii, warunków środowiskowych nurkowania oraz poprzednich profili nurkowych, tak samo jak podczas korzystania z tabel.



Konieczne jest zrozumienie sposobu działania i ograniczeń komputera (komputerów) używanego do nurkowania. Im lepiej nurek rozumie sprzęt, tym bardziej świadome i bezpieczne będą podejmowane przez niego decyzje.

Komputery nurkowe nie powinny być wykorzystywane do granic ich możliwości. Nurkowie powinni dodać czynniki bezpieczeństwa, tak samo jak podczas stosowania tabel. Pamiętaj, że komputer nurkowy z całego nurkowania rozumie jedynie głębokość i czas. Komputery nurkowe nie są talizmanami przeciw chorobie dekompresyjnej. Nie będą zapobiegać tworzeniu się pęcherzyków ani odsysać azotu z organizmu. Przede wszystkim nurek musi mieć zdrowy rozsądek i korzystać z niego we wszystkich fazach nurkowania.

Kilka ważnych spraw, o których trzeba pamiętać podczas korzystania z komputerów nurkowych:

- Dokładnie przeczytaj instrukcję producenta i instrukcje korzystania z komputera nurkowego a następnie postępuj zgodnie z ich zaleceniami. Jeśli nie rozumiesz instrukcji, skonsultuj się z instruktorem lub producentem.
- Nie należy „dzielić się” jednym komputerem podczas nurkowania. Każdy nurek powinien korzystać ze swojego komputera. Wielu nurków posiada również drugi lub zapasowy komputer.

- Najpierw wykonaj najgłębszą część swojego nurkowania i stopniowo wynurzaj się na płytszą wodę aż do powierzchni.
- Zawsze postępuj zgodnie ze wskazaniem bardziej konserwatywnego komputera w zespole partnerskim.
- W przypadku awarii komputera, wynurz się normalnie (jeśli pozostajesz w limicie bezdekompresyjnym) i zatrzymaj się na głębokości 5 m (15 fsw) przez co najmniej 5 minut. Podręcznik użytkownika dołączony do twojego komputera dostarczy ci instrukcji dotyczących czasu, przez jaki musisz pozostać na powierzchni przed kontynuowaniem nurkowania z tabelami lub innym komputerem. Wiele organizacji zaleca 24-godzinną przerwę powierzchniową przed kolejnym nurkowaniem.

OPROGRAMOWANIE DEKOMPRESYJNE

Dostępnych jest kilka rodzajów oprogramowania do obliczania dekompresji. Obecne systemy wykorzystują głównie model Buhlmana, zmodyfikowany z uwzględnieniem tzw. gradient faktorów i modeli mikropęcherzykowych (modeli RGBM, VPM i AB). Systemy te działają w zasadzie na każdym komputerze PC (a także współpracują z MAC).

Z oprogramowaniem są związane różne metody. Zaleca się sprawdzenie co najmniej jednego takiego systemu. Aby uzyskać dogłębne zrozumienie modeli dekompresyjnych, programów komputerowych i komputerów nurkowych, należy ukończyć kurs IANTD Decompression Software Specialist. Program ten jest doskonałym uzupełnieniem kursu, który obecnie realizujesz.

ZARZĄDZANIE GAZEM

Zarządzanie gazem jest z pewnością jednym z najważniejszych czynników w nurkowaniu, zwłaszcza w nurkowaniu technicznym. Musisz mieć wystarczającą ilość gazu, aby ukończyć nurkowanie, jak również dostarczyć gaz dla innego nurka w sytuacjach awaryjnych. W efekcie zasady zarządzania gazem są stosowane do wszystkich nurkowań technicznych.

Skuteczne zarządzanie gazem wymaga konsekwencji w działaniu. Wszyscy nurkowie muszą utrzymywać normalne tempo oddychania i płynięcia. Należy pamiętać, że zużycie gazu różni się w zależności od indywidualnego zapotrzebowania nurka, wysiłku, temperatury i stresu. Również warunki środowiskowe, takie jak prąd, mogą zwiększyć zużycie gazu. Nurkowie muszą być przygotowani do zmodyfikowania planu zarządzania gazem.

Podczas planowania gazu do dekompresji musisz pomnożyć potrzebną ilość razy 1.2 aby zrekompensować wszystko, co może zwiększyć tempo oddychania, a także zapewnić rezerwę gazu, jeśli przypadkowo przekroczysz planowane limity czasu/głębokości. Po zakończeniu dekompresji przez nurka z tego dodatkowego zapasu gazu może w razie potrzeby skorzystać jego partner lub inny nurek.

Gas Management Rules		
Dive Parameters	Rule	Example
<ul style="list-style-type: none"> • Maximum Depth 30m / 100ft • No Decompression • Surface Interval 100min / 100min 	1/2m 200bar	<ul style="list-style-type: none"> • Start with 2000psig • 2000psig / 2 = 1000psig • 1000psig + 200psig = 1200psig • Round to nearest 100psig = 1200psig • Dive Regulator to maintain a value of 1200psig
<ul style="list-style-type: none"> • Maximum Depth 30m / 100ft • No Decompression • Surface Interval 100min / 100min • Number of Stages of Safety = 2 	100% of 200bar	<ul style="list-style-type: none"> • Start with 2000psig • 2000psig / 2 = 1000psig • Round to nearest 100psig • Dive Regulator to maintain a value of 1000psig

OKREŚLANIE OSOBISTEGO POZIOMU ZUŻYCIA GAZU

Każdy nurek musi znać swoją minutową pojemność oddechową (RMV) w litrach/minutę lub w stopach sześciennych/ minutę. Aby obliczyć RMV, musisz najpierw wyliczyć swoje powierzchniowe zużycie powietrza (SAC) w następujący sposób:

1. Zanurz się na głębokość 10 metrów (33 fsw) i zapisz na tabliczce jakie masz ciśnienie w butli.
2. Płyn w komfortowym dla siebie tempie, oddychając spokojnie przez dokładnie dziesięć minut.
3. Zapisz ciśnienie w butli po przepłynięciu 10-minutowego odcinka i odejmij wynik od wartości początkowej.
4. Uzyskaną liczbę podziel przez głębokość w atmosferach absolutnych (w tym wypadku przez 2).
5. Podziel wynik przez czas płynięcia (w tym wypadku przez 10 minut).

Opisana procedura wyraża się następującym wzorem:

$$SAC = \frac{\text{Total Gas Consumed}_{(psig / bar)}}{D_{(msw)} \times T_{(min)}}$$

Załóżmy że zużyłeś 27.6 bar (400 psig) gazu podczas 10-minutowego płynięcia na głębokości 10 msw (33 fsw).

Podstaw te wartości do wzoru:

$$\text{SAC} = \frac{800}{2 \times 10} \quad \text{OR} \quad \text{SAC} = \frac{27.6}{2 \times 10}$$

SAC = 20 psig/min lub SAC = 1.38 bar/min. Twój SAC będzie różnił się w zależności od wielkości i ciśnienia roboczego butli. A zatem powinieneś przeliczyć tę wartość na RMV, żeby móc planować zużycie gazu dla nurkowań z różnymi butlami. Aby wyliczyć twoje RMV:

1. Podziel nominalne ciśnienie robocze butli przez pojemność butli przy tym ciśnieniu.
2. Podziel swój SAC przez wartość uzyskaną w punkcie 1. aby obliczyć RMV.

Procedurę tę wyraża wzór

$$\text{RMV} = \frac{\text{SAC}}{\left[\frac{\text{Rated Cylinder Working Pressure}}{\text{Rated Cylinder Volume}} \right]}$$

Na przykład jeśli twój SAC wynosi 1.38 bar/min (20 psig/min) i używałeś butli aluminiowej 2266 L (80 cf) przy ciśnieniu roboczym 207 barów (3000 psig), obliczenie będzie wyglądało następująco:

$$\text{SAC} = 15 \text{ litrów} \quad \text{lub} \quad \text{SAC} = 0.53 \text{ cfm}$$

Twój SAC możesz również odczytać z tabeli "PSIG/Minute to CF/Minute" w Załączniku B. Pamiętaj, że nurkowanie może być "kontrolowane" przez tego nurka w grupie, który na najwyższy RMV i/lub najmniejszą ilość gazu. Podczas szkoleń Deep Air oraz Technical Diver omawiane są zagadnienia takie jak czynniki wpływające na zużycie gazu (SAC Ratio Factors) oraz tabele ciśnień zwrotnych (Turn Pressure Tables).

Dla użytkowników jednostek metrycznych jest prostszy sposób obliczania czasu na który wystarczy gazu w butli. Wszystkie butle mają wyłoczoną objętość lub pojemność wodną, więc nurek musi jedynie znać swoje powierzchniowe zużycie powietrza (SAC) w litrach na minutę i przeliczyć zużycie gazu na głębokości.

Przykład: SAC 1.38 x 12L butla = 16.56 L/min na powierzchni x 4 ATA (30 m głębokości) = 66.24L/min. Zatem butla 12 L wystarczy nurkowi na: 12×207 (ciśnienie robocze butli) / 66.24 = 37.5 minut.



Teraz zaplanujmy zarządzanie gazem podczas nurkowania. Poniższa tabela pokazuje kolejne kroki w celu określenia zapotrzebowania na gaz oddechowy dla 3 członków zespołu nurkowego. Zwróć uwagę na czynniki wpływające na dostępność i zużycie gazu – głębokość, czas nurkowania, RMV, wielkość i ciśnienie butli.

Factors in Gas Management Planning for the Trip (4th Diver (for Example))				
Dive (log for 80% low/100% reserve)		Planned Bottom Time (BT) min.		Gas Requirements L/P = (BT)
Item #	Description	Bar 1	Bar 2	Bar 3
1	Estimated gas cylinder fill (Bar 1)	100000	100000	100000
2	Estimated gas cylinder fill (Bar 2)	100000	100000	100000
3	Estimated gas cylinder fill (Bar 3)	100000	100000	100000
4	Gas cylinder fill (Bar 1) (Bar 2)	100000	100000	100000
5	Estimated gas cylinder fill (Bar 1)	100000	100000	100000
6	Estimated gas cylinder fill (Bar 2)	100000	100000	100000
7	Estimated gas cylinder fill (Bar 3)	100000	100000	100000
8	Estimated gas cylinder fill (Bar 1)	100	100	100
9	Estimated gas cylinder fill (Bar 2)	100000	100000	100000
10	Estimated gas cylinder fill (Bar 3)	100000	100000	100000
11	Estimated gas cylinder fill (Bar 1)	100000	100000	100000
12	Estimated gas cylinder fill (Bar 2)	100000	100000	100000
13	Estimated gas cylinder fill (Bar 3)	100000	100000	100000
14	Estimated gas cylinder fill (Bar 1)	100000	100000	100000
15	Estimated gas cylinder fill (Bar 2)	100000	100000	100000
16	Estimated gas cylinder fill (Bar 3)	100000	100000	100000

(a) Skorzystaj z tabeli “Gas Volume vs. Cylinder Pressure Table” (objętość gazu vs. ciśnienie butli)

(b) Skorzystaj z tabeli “Estimated Gas Consumption Based on Depth & Respiratory Minute Volume Table” (szacowane zużycie gazu w zależności od głębokości i RMV).

W podanym przykładzie nauczyliśmy się, że:

1. Nurkowanie nie zawsze jest “kontrolowane” przez osobę z najmniejszą butlą.
2. Butle napełniane do ciśnienia niższego niż ciśnienie znamionowe mogą zagrozić planowi nurkowania.

3. Jeśli stosuje się regułę rezerwy 35 barów (500 psig), powszechnie wykorzystywaną w rekreacji, rzeczywista objętość rezerwowego gazu będzie różnić się w zależności od wielkości butli. A zatem czy zapas

gazu będzie wystarczający, aby pomóc partnerowi w sytuacji awaryjnej pod koniec nurkowania? Jeśli jest to nurkowanie bezprzystankowe w wodach otwartych, to taka rezerwa gazu jest wystarczająca. Natomiast może nie być adekwatna przy nurkowaniu wymagającym dekompresji lub przy nurkowaniu penetracyjnym.

4. Nigdy nie wahaj się zastosować do swojego nurkowania bardziej konserwatywnego planu.

5. Ciśnienie zwrotne zmienia się wraz z ciśnieniem w butli. W programach Nurkowania Technicznego IANTD dowiesz się, jak dostosować ciśnienie zwrotne w zależności od różnego rozmiaru butli i RMV twoich partnerów.

Prawidłowe zarządzanie gazem jest ogromnie istotne. Jako nurek eksplorujący większe głębokości lub wykonujący dłuższe nurkowania rozwijasz wiedzę i umiejętności, aby stworzyć podstawy nurka technicznego.

ZARZĄDZANIE SPRZĘTEM

Każdy nurek jest odpowiedzialny za odpowiedni dobór i montaż swojego sprzętu nurkowego. Podczas nurkowania w wodach otwartych należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- Każdy nurek musi mieć wystarczającą ilość gazu, aby zakończyć zaplanowane nurkowanie i spełnić określone powyżej wymagania w zakresie rezerwy czynnika oddechowego. Należy pamiętać, by podczas wynurzania i dekompresji zachować wystarczającą ilość gazu rezerwowego, gdyby zaszła konieczność podzielenia się nim z partnerem. Wielkość rezerwy gazu musi być dostosowana do członka zespołu nurkowego o najwyższym powierzchniowym zużyciu powietrza (SAC). Nurkowie mogą używać pojedynczych butli lub twinsetów, pod warunkiem, że zapewnia im to wystarczający zapas gazu, aby spełnić te wymogi.
- Chociaż praca zespołowa ma kluczowe znaczenie dla bezpiecznego nurkowania, nurkowie na poziomie Advanced EANx muszą także rozwijać samowystarczalność. Muszą być w stanie samodzielnie poradzić sobie z awariami sprzętowymi. Na przykład popularna w nurkowaniu rekreacyjnym praktyka związana z podłączaniem do jednego pierwszego stopnia regulatora dwóch drugich stopni jest uważana za niewłaściwą. Bez względu na to, czy nurkowanie odbywa się z pojedynczą butlą czy zestawem dwubutlowym, dwa zawory lub system manifoldu muszą umożliwić podłączenie dwóch oddzielnych pierwszych stopni, które mogą być niezależnie kontrolowane. W przypadku awarii jednego z automatów, nurek może go odizolować, nie zakłócając dopływu gazu do drugiego regulatora.
- Każdy nurek musi być wyposażony w komplet przyrządów. Nurek nie może polegać na komputerze lub zegarku partnera w celu uzyskania kluczowych informacji. Gdyby na przykład doszło do oddzielenia nurka od reszty zespołu w warunkach ograniczonej widoczności lub podczas nurkowania w prądzie, musi on być wyposażony w niezależne przyrządy, które umożliwią mu bezpieczne wynurzenie i zakończenie nurkowania.
- Każdy nurek musi posiadać odpowiednie informacje o nurkowaniu (dekompresji) zapisane na tabliczce. Należy polegać pod tym względem na sobie, nie na innym nurku, który mógłby dostarczyć takie informacje pod wodą.
- Każdy nurek musi być w stanie samodzielnie kontrolować wynurzanie i utrzymywać głębokość podczas dekompresji w wodach otwartych. Oznacza to, że każdy nurek musi mieć boję (worek wypornościowy) i kołowrotek z linką o odpowiedniej długości.

PODSUMOWANIE

Metodyczne zaplanowanie nurkowania ma zasadnicze znaczenie w nurkowaniu na poziomie Advanced EANx i w nurkowaniach technicznych. Oprócz podstawowego planu nurkowania, kompletny plan nurkowania Advanced Nitrox lub nurkowania technicznego musi obejmować zarządzanie tlenem, gazami obojętnymi oraz całościowe zarządzanie gazem i planowanie sprzętowe.



CHAPTER 2

EQUIPMENT

by Tom Mount, D.Sc., Ph.D.

**INTERNATIONAL ASSOCIATION OF
NITROX AND TECHNICAL DIVERS**

The Leader in Diver Education





ROZDZIAŁ 2 - SPRZĘT

Tom Mount, D.Sc., Ph.D.

Przy wyborze sprzętu do nurkowania należy rozważyć zarówno obecne, jak i przyszłe potrzeby nurka. Szkolenia na poziomie Advanced EANx oraz Advanced Recreational Trimix Diver są częścią warunków wstępnych, niezbędnych do rozpoczęcia nurkowań technicznych. Sprzętowi używanemu na tym poziomie treningu będziemy stawiać wyższe wymagania niż podczas zwykłych zastosowań do nurkowania sportowego. W kursach Advanced Nitrox i Advanced Recreational Trimix Diver kładzie się większy nacisk na bezpieczeństwo, samowystarczalność i użyteczność ze względu na wprowadzenie dekompresji i przełączania gazów, w połączeniu z większą elastycznością w zakresie gazów stosowanych do nurkowania. Pamiętaj, że w przyszłości twoje nurkowania mogą obejmować penetracje jaskiń i wraków. Poprzez staranne planowanie i selekcję nurek może zebrać sprzęt, z którego stworzy nowoczesną i optymalną konfigurację. Zapewni to elastyczność zastosowań i możliwość rozbudowywania konfiguracji, które będą w stanie sprostać rozwojowi umiejętności, doświadczenia oraz zmianom zainteresowań nurka. Podczas tego kursu poświęcisz ze swoim instruktorem sporo czasu na bardziej szczegółowe przedyskutowanie wymagań dotyczących sprzętu osobistego. Ponadto zachęcamy do konsultowania się ze specjalistą w sklepie ze sprzętem nurkowym przeznaczonym dla nurków technicznych.

SPRZĘT PODSTAWOWY

Właściwe wyposażenie i konfiguracja są jednymi z najważniejszych aspektów nurkowania. W przypadku nurkowania na głębokości od 42 msw do 45 msw (140 fsw do 150 fsw) nurek musi posiadać:

- Butlę nurkową (butle nurkowe) z dwoma zaworami lub zestaw dwóch butli z manifoldem, o pojemności gazu wystarczającej do przeprowadzenia nurkowań zgodnie z odpowiednimi zasadami zarządzania gazem; mogą to być butle pojedyncze o dużej pojemności lub twinset.
- Dwa automaty, jeden ze standardowym węzłem i z gumką do zakładania na szyję nurka lub z uchwytem do mocowania do BCD. Drugi automat z drugim stopniem na długim węźle o minimalnej długości 1,5 metra (obecnie większość nurków stosuje 2,1 metra). Do jednego z automatów musi być podłączony manometr wysokiego ciśnienia (SPG).



- Przy obiegu otwartym automat z manometrem podłączony do zewnętrznego źródła gazu (stage).
- Przy rebreatherach, automat z manometrem podłączony do zewnętrznego źródła gazu ((bailout).

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX & TECHNICAL DIVERS

- Podczas tego kursu nurek może zdecydować się na użycie rebreathera zamiast obiegu otwartego. W takim przypadku musi to być zatwierdzony system. O możliwościach porozmawiaj z instruktorem.
- Urządzenie kontroli pływalności (BCD, skrzydło).
- Uprząż (może być zintegrowana z BCD).
- Zegarek i głębokościomierz lub komputer; idealnie komputer wielogazowy z możliwością przełączania mieszanek, lub dla obiegu zamkniętego (CCR) komputer z funkcją stałego PO2.
- Tabele nurkowe przeznaczone do zmiany gazu na EAN 50 jako podstawowe narzędzie do przeliczania dekompresji lub jako rezerwa dla komputera nurkowego, lub w przypadku CCR tabele stałych ciśnień parcjalnych (Constant PO2).
- Narzędzie tnące.
- Odpowiedni ubiór jako ochrona przed czynnikami środowiskowymi, dostosowany do warunków w miejscu nurkowym.
- Tabliczka i ołówek do pisania pod wodą.
- Inny sprzęt odpowiedni do środowiska nurkowania zgodnie z zaleceniami instruktora.



MASKA I PŁETWY

Dobór masek i płetw jest kwestią osobistego upodobania i komfortu. Należy wybierać sprzęt wysokiej jakości, i odpowiednio dopasowany. Kompaktowa, lekka maska o niskim profilu jest korzystna, zwłaszcza podczas nurkowania w prądzie. Gdy nurek zaczyna rozwijać się w kierunku nurkowań technicznych, coraz częściej musi odczytywać wskaźniki, pomiar czasu oraz informacje o nurkowaniu wydrukowane na tabliczkach. Niektórzy nurkowie wymagający korekcji wzroku mogą rozważyć zamontowanie specjalnych soczewek, ułatwiających odczytanie pod wodą małych wyświetlaczy. Dostępne są różne rodzaje szkieł, w tym także dwuogniskowe.



Płetwy powinny zapewniać maksymalną siłę wypchnięcia do przodu przy minimalnym nakładzie energii nurka. Rozmiar i sztywność pióra muszą być dostosowane do siły i sposobu pływania nurka. Nadmiernie sztywne, tak samo jak zbyt elastyczne płetwy, mogą prowadzić do skurczów mięśni nóg i / lub zmęczenia przy bardziej wymagających warunkach podczas nurkowania. Szczególną uwagę należy zwrócić na sposób mocowania płetwy: zerwanie lub zgubienie paska płetwy może narazić nurka na niebezpieczeństwo.



URZĄDZENIE KONTROLI PŁYWALNOŚCI

Urządzenia kontroli pływalności (BCD) przeszły znacząca ewolucję w ciągu ostatnich kilku dekad. Obecnie w nurkowaniach rekreacyjnych dominują kamizelki (jacket), a konfiguracja z butlą (butlami) na plecach okazała się najlepiej przystosowana do wyzwań, które wiążą się z nurkowaniami zaawansowanymi i technicznymi.

Nurkowie aspirujący do nurkowań technicznych powinni rozważyć zalety konfiguracji z butlą (butlami) na plecach. Dobrze zaprojektowane BCD typu back-mount pomagają utrzymywać odpowiednią pływalność w taki sposób, że butle układają się poziomo i zapewniają stabilną pozycję ciała, dzięki której nurek może prawidłowo płynąć. Początkowo nurek może do pojedynczej butli używać kompaktowego, opływowego jacketu, o relatywnie niewielkiej wyporności (9 do 18 kilogramów/20 do 40 funtów). W miarę podejmowania bardziej wymagających nurkowań, nurek może zacząć traktować kompaktowe BCD jako rezerwę sprzętową, a jako sprzętu podstawowego używać worka o większej wyporności. Zwróć uwagę, że wiele krytycznych argumentów, sformułowanych w ciągu ostatnich dekad przeciw systemom BCD o konfiguracji back-mount, zostało obecnie obalonych przez nowoczesne trendy w projektowaniu BCD.

Wybierając BCD, nurek musi wziąć pod uwagę zarówno obecne, jak i przyszłe konfiguracje swojego sprzętu. Na przykład butla 10-litrowa (71,2 cf), która jako pusta jest neutralnie pływalna, po napełnieniu będzie miała ujemną pływalność około 2,38 kg (5,25 funtów). A zatem nurek będzie musiał zrekompensować nieznaczny wzrost wagi butli na początku nurkowania oraz wszelkie dodatkowe straty wyporności związane z kompresją skafandra.



UPRZAŻ I PŁYTA

Niektóre firmy produkują modularne systemy BCD, które mogą być niestandardowo dostosowane do sylwetki i potrzeb nurka. Ponadto, systemy balastowe przystosowane do szybkiego zrzucania można teraz zintegrować z systemem BCD. Kilka systemów można dostosowywać i aktualizować, w miarę przechodzenia do bardziej zaawansowanych typów nurkowania. Nurek może zdecydować się na zakup płyty, uprząży, systemu balastowego, adaptera do montowania pojedynczej butli, kieszeni i kompaktowego worka wypornościowego. Później nurek może dodać do tego zestawu metalowe opaski do łączenia dwóch butli w jeden twinset oraz worek o większej wyporności, który będzie stosować jako główny kompensator pływalności.

Uprząż i płyta muszą utrzymywać butlę w sposób bezpieczny i stabilny, by ciężar był równo rozłożony na plecach nurka. Uprząż musi być tak zaprojektowana, żeby dało się ją łatwo zakładać, zdejmować i regulować, a także mocować do niej różne akcesoria. Uprzeże do nurkowania technicznego są zazwyczaj zaprojektowane tak, by butle były nieco ciaśniej zamocowane i znajdowały się bliżej ciała nurka. W celu lepszego zabezpieczenia butli, paski na rzepy są zastępowane i/lub uzupełniane taśmami i klamrami. Kieszenie lub torebki na balast są zaprojektowane do szybkiego uwalniania balastu. Kieszenie balastowe mogą być załadowane różnym obciążeniem, co umożliwia rozmieszczenie balastu odpowiednio do potrzeb nurka.



SYSTEMY BALASTOWE

Nurkowie potrzebują balastu, aby przezwyciężyć dodatnią i/lub neutralną pływalność sprzętu, przede wszystkim wynikającą z zakładanych skafandrów chroniących nurka przed czynnikami środowiskowymi. Wybór odpowiedniego systemu balastowego zależy od osobistych preferencji. Tradycyjnie nurkowie używali pasa balastowego z klamrą do szybkiego uwalniania, na którym umieszczali łożone ciężarki. Dzisiaj, coraz większa liczba nurków stosuje omówione wcześniej systemy balastu zintegrowanego z uprzążą i BCD. Wielu nurków

wybiera butle nurkowe o określonym ciężarze i specyficznej pływalności, dzięki czemu eliminują potrzebę stosowania dodatkowego balastu. W tym przypadku ciężar jest rozłożony bardziej równomiernie, co zazwyczaj jest dla nurka znacznie bardziej komfortowe.

W tradycyjnym nurkowaniu możliwość zrzucenia pasa balastowego jest uznawana za element akcji ratowniczej w sytuacji zagrożenia bezpieczeństwa nurka. Należy pamiętać, że dla nurka technicznego “upuszczenie pasa balastowego i wynurzenie na powierzchnię” w sytuacji awaryjnej generalnie nie jest opcją bezpieczną ani braną pod uwagę.

BUTLE NURKOWE

Butle nurkowe są dostępne w różnych rozmiarach, najczęściej od 7 do 18 litrów (45 do 125 cf). Małe butle pomocnicze lub tzw. “pony” mają przeważnie od 2 do 7 litrów (13 do 45 cf). Przy wyborze butli nurkowej należy wziąć pod uwagę następujące czynniki:

- Jaka jest maksymalna planowana głębokość i czas trwania nurkowania (wymagana objętość gazu)?
- Jakiego rodzaju skafander nurkowy zostanie zastosowany dla ochrony przed warunkami środowiska (cechy pływalności)?
- Ile balastu potrzebuje nurek?
- Jaka jest sylwetka nurka? (np. długie butle będą niewygodne dla nurka o niskim wzroście)
- Jaka jest maksymalna waga butli lub zestawu butli, który nurek będzie w stanie udźwignąć i obsłużyć?
- Czy butla będzie przygotowywana do pracy z mieszankami o wysokiej zawartości tlenu? (wówczas preferowane są butle stalowe o niższym ciśnieniu roboczym)

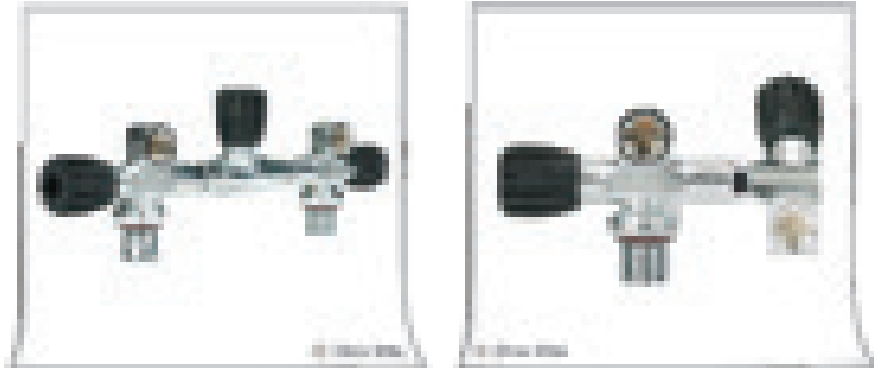
Nurek zamierzający nurkować w przedziale głębokości od 18 do 45 m (60 do 150 stóp), który chciałby następnie przejść na nurkowanie techniczne, lub Normoxic Trimix, lub nurkowanie Trimixowe, powinien wybrać pojedynczą butlę 15-litrową, ewentualnie 18-litrową (95 do 125 cf). Na poziomie Advanced EANx lub Advanced Recreational Trimix Diver pojedyncza butla dwuzaworowa o dużej pojemności będzie wystarczająca. Jednak ostrożny i przewidujący nurek wybiera butlę tak, aby zaspokoić obecne i przyszłe potrzeby nurkowe.

ZAWORY BUTLI I MANIFOLDY

Modularne systemy zaworowe umożliwiają nurkowi zmianę konfiguracji zaworów w przypadku przechodzenia do poważniejszych nurkowań technicznych. Modularny system zaworów może być rozszerzony w następujący sposób:

- Podstawowy zawór “K” jest przeznaczony do pojedynczej butli, do głębokości mniejszych niż 18 msw (60 fsw).
- Podstawowy zawór “K” z adapterem zaworu “H” przekształca pojedynczy zawór “K” na zawór z podwójnym wyjściem (dla automatów głównych i zapasowych) dla pojedynczej butli, która może być używana w przestrzeniach z sufitem, takich jak wraki i jaskinie oraz na większych głębokościach. Zaletą tej konfiguracji zaworów jest to, że każdy z automatów może być niezależnie odizolowany w przypadku nieprawidłowego działania.
- Dwa podstawowe zawory “K” z łącznikiem międzybutlowym – pozwalają przekształcić dwie pojedyncze butle w podwójny zestaw butlowy z dwoma wyjściami na automaty oddechowe (główne i zapasowe) do zaawansowanych nurkowań technicznych.
- Dwa podstawowe zawory “K” z manifoldem (zaworem izolacyjnym) - pozwalają przekształcić dwie pojedyncze butle w podwójny zestaw butlowy z możliwością niezależnego odizolowania każdej butli w przypadku awarii, dla zastosowań podczas zaawansowanych nurkowań technicznych.

Oprócz zapewnienia dużej wszechstronności, nurek dostrzeże znaczne oszczędności finansowe, wynikające z tego, że zmieniając konfigurację sprzętu nie będzie musiał kupować nowego zestawu zaworów. Należy również zauważyć, że u kilku producentów dostępne są zawory "Y", które ułatwiają stosowanie dwóch pierwszych stopni automatów oddechowych na pojedynczej butli. Każdy regulator może być niezależnie odizolowany w przypadku awarii. Jednakże zawór "Y" nie umożliwia przekształcenia konfiguracji z butli pojedynczej na zestaw dwubutlowy.



Tradycyjnie na amerykańskim rynku sprzętu nurkowego używane są standardowe złącza w systemie strzemiączka (CGA850 lub CGA855). System strzemiączka jest jednak w wytycznych dotyczących sprężonego gazu technicznie ograniczony do 207 barów (3000 psig). W przypadku wyższych ciśnień, standardowym wyposażeniem stało się złącze 300-barowe DIN447. Złącze DIN zawiera w sobie O-ring uszczelniający, co praktycznie eliminuje potencjalne ryzyko wydmuchania O-ringa, zdarzające się sporadycznie w systemie strzemiączka.

Dzisiaj wielu zaawansowanych nurków wykorzystuje bardziej niezawodny zawór DIN, zarówno do butli o wysokim, jak i niskim ciśnieniu. Na polskim (i europejskim) rynku większość automatów oddechowych jest dostępna z zaworami DIN. Kilku producentów oferuje adaptery do stosowania automatów w systemie DIN z zaworami strzemiączka oraz automatów z systemem strzemiączka z zaworami butli w systemie DIN. Na kursie Advanced EANx i Advanced Recreational Trimix Divers zachęcamy do rozważenia systemu DIN przy wyborze zaworów butli. Nurkowie na poziomie Advanced EANx i Advanced Recreational Trimix powinni wybierać zawory w systemie DIN.

AUTOMATY ODDECHOWE

Większość producentów oferuje automaty, które są kompatybilne nitroxowo i/lub specjalne zestawy serwisowe, które zawierają czyste tlenowo o-ringi i smar tlenowy. Jak już wcześniej stwierdzono, przy wyborze sprzętu do nurkowania powinieneś rozważyć zarówno swoje obecne i przyszłe potrzeby w tym względzie.



Pierwszym problemem jest wydajność automatu. Czy regulator zapotrzebowania dostarczy wystarczającą ilość gazu przy minimalnych oporach oddechowych również podczas dużego wysiłku fizycznego na maksymalnej przewidywanej głębokości nurkowania? Pamiętaj, że twoje zapotrzebowanie na przepływ gazu może wzrastać ponad czterokrotnie w sytuacji silnego stresu. Gdyby sytuacja tego wymagała, to czy twój automat oddechowy będzie działał prawidłowo w zimnej wodzie, w warunkach wysokiego zapotrzebowania, czy też zamrznie (co spowoduje swobodny przepływ gazu)?

Następnie powinieneś rozważyć niezawodność. Czy ten konkretny typ automatu oddechowego został odpowiednio sprawdzony w warunkach zbliżonych do tych, w jakich zamierzasz go stosować i czy jego niezawodność jest udokumentowana? Twój instruktor i godny zaufania sprzedawca sprzętu powinien doradzić ci w identyfikacji twoich potrzeb w zakresie doboru odpowiedniego dla ciebie automatu (oraz odradzić automaty, które nie będą właściwe dla nurków, jakie zamierzasz wykonywać). Kolejną ważną kwestią jest konserwacja i serwis regulatora. Niektóre automaty wymagają złożonych i kosztownych procedur konserwacji. Inne są bardzo proste w utrzymaniu. Ponieważ regulatory wykorzystywane do głębszych lub bardziej wymagających nurkowań muszą zawsze działać na najwyższym poziomie wydajności, ich konserwacja i serwisowanie są szczególnie istotne.

Niektóre nurkowania wymagają kilku godzin oddychania przez regulator zapotrzebowania. Dlatego automat musi być fizycznie wygodny. Waga i cechy konstrukcyjne są bardzo ważne dla zmniejszania zmęczenia szczęki, otarcia dziąseł, itp. Wreszcie regulator musi być kompatybilny z twoim systemem nurkowym, w tym z zaworami DIN. Mniej oczywiste rozważania obejmują fizyczną wielkość pierwszego stopnia w odniesieniu do obecnych i przyszłych konfiguracji zaworów i manifoldów. Nurkowie używający rebreatherów muszą być jeszcze bardziej świadomi komfortu ustnika ze względu na prawdopodobieństwo dłuższych czasów nurkowania, a także ciężar pętli i ustnika.



POMIAROWE INSTRUMENTY NURKOWE

Nurek musi monitorować określone informacje, aby prawidłowo wykonać nurkowanie i aby jego podwodna wycieczka była bezpieczna. Po pierwsze, nurek musi być ciągle świadomy ilości gazu oddechowego pozostającego w butli (butach). Po drugie, nurek musi być w stanie obliczyć ilość wchłoniętego azotu. Można to osiągnąć przez dokładne określenie maksymalnej głębokości i czasu ekspozycji, oraz odczytanie wartości z tabel nurkowych lub komputera nurkowego, który automatycznie rejestruje głębokość (ciśnienie) i czas, a przy użyciu modelu matematycznego ludzkiego ciała określa stan absorbowania gazu przez organizm. W obu przypadkach nurek jest informowany o czasie bezdekompresyjnym lub o wymaganym czasie dekompresji. Wreszcie, nurek musi być w stanie wyznaczyć kierunek i, używając kompasu, nawigować pod wodą zgodnie z obranym kursem.

Dokładny pomiar głębokości jest niezwykle ważny dla nurkowania nitroxowego i dekompresyjnego. Niewłaściwe odczyty głębokości mogą skutkować wybraniem nieprawidłowego planu dekompresji lub przekroczeniem limitów tlenowych. Zachęcamy nurków do czytania informacji dołączanych do głębokościomierzy, w celu określenia dokładności pomiaru. Wprowadzenie elektronicznego oprzyrządowania znacznie poprawiło dokładność pomiaru głębokości. Głębokość jest mierzona za pomocą czujnika ciśnienia z kompensacją temperaturą. Odczyt ciśnienia jest przeliczany na odczyt napięcia, a ten odczyt jest przetwarzany z anal-

ogowego na cyfrowy, który zmienia go na sygnał cyfrowy, który może być wyświetlany lub “odczytywany” przez mikroprocesor. Dokładność elektronicznych lub cyfrowych czujników głębokości jest wyrażona w “±” liczbie centymetrów lub w procencie pełnej skali. Na przykład większość dzisiejszych komputerów nurkowych określa dokładność pomiaru głębokości ± 10 centymetrów lub $\pm 1\%$. Analogowe mierniki głębokości oraz dowolne czujniki głębokości, które były nieprawidłowo używane (np. przekroczono zakres pomiaru), lub podają wskazania znacząco odmienne niż odczyty przyrządów innych nurków, muszą być sprawdzone, naprawione i / lub wymienione. Dodatkowe informacje można znaleźć w instrukcji obsługi producenta lub uzyskać w profesjonalnym zespole serwisowym w centrum nurkowania technicznego.

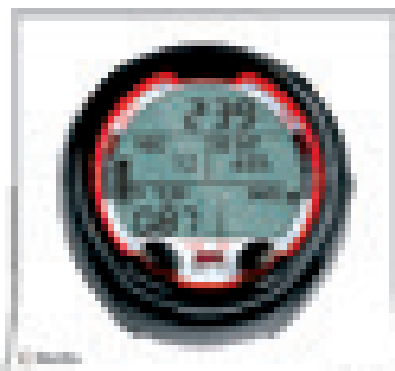
Wodoodporny zegarek lub licznik czasu jest nurkowi niezbędny w celu określenia czasu dennego, kontrolowania tempa wynurzania, czasu przystanków dekompresyjnych oraz procedur nawigacyjnych. Do nurkowania technicznego najczęściej wybierane są zegarki cyfrowe. Cyfrowe zegarki są wyposażone w wiele funkcji, takich jak pomiar czasu, dzień i data, stoper, odliczanie czasu, funkcje alarmowe czy podświetlenie. Poszczególne funkcje są inicjowane przez aktywowanie przycisku znajdującego się z boku zegarka. Funkcja stopera jest przydatna w celu określenia zarówno czasu dennego jak i czasu na przystanku dekompresyjnym. Głębokość lub wodoodporność powinna wynosić co najmniej 200 metrów (660 stóp). Zegarek do nurkowania (lub licznik czasu) musi być wodoodporny, niezawodny, dokładny, wytrzymały, odporny na stres termiczny, czytelny w różnych warunkach i nadający się do użytku podczas normalnego nurkowania.

Do znajdowania kierunku i nawigacji pod wodą nurkowie powszechnie używają magnetycznych kompasów wypełnionych cieczą. Generalnie kompas jest częścią konsoli z przyrządami, która jest dołączona do automatu oddechowego. Jednak, niektórzy nurkowie umieszczają kompas na nadgarstku lub na specjalnej tabliczce. Kompas nurkowy powinien posiadać następujące cechy: (1) poprawne działanie w wodzie, (2) wypełniony cieczą, (3) róża kompasu zaznaczona w stopniach, (4) linia kierunkowa, (5) muszka i szczerbinka (6) ruchomy pierścień obrotowy. Dobry kompas reaguje szybko nawet na niewielkie zmiany kursu i ma wysoki stopień luminescencji co pozwala używać go w słabym świetle lub mało przejrzystej wodzie.

KOMPUTERY NURKOWE

Nowoczesne komputery nurkowe są naprawdę wspaniałymi instrumentami. Komputer składa się ze źródła zasilania, czujnika ciśnienia, przetwornika analogowo-cyfrowego, wbudowanego zegara, mikroprocesora (z pamięcią ROM i RAM) oraz ekranu wyświetlacza. W zależności od marki i modelu, komputer jest włączany (aktywowany) przez włącznik ręczny, ciśnienie w butli nurkowej lub kontakt z wodą. Po aktywacji następuje automatyczne sprawdzenie wszystkich obwodów obliczeniowych i sekwencyjne włączenie wszystkich segmentów ekranu (i lampek ostrzegawczych) w celu sprawdzenia ich poprawnego działania. Niektóre modele wyświetlają napięcie baterii. Komputer odczytuje i wyświetla “aktualne ciśnienie na powierzchni” w metrach wody morskiej lub w stopach. Niektóre komputery automatycznie dostosują się do nurkowania na wysokości.

Aktualnie dostępne są komputery specjalnie zaprogramowane do stosowania z nitroxem i trimixem, jak również stałym PO₂ dla CCR. Dostępne są modele niezależne oraz zintegrowane ze źródłem gazem oddechowego.



Ponadto niektóre modele umożliwiają nurkowi wybór procentu konserwatywności w zakresie od 0 do 50%. Większość komputerów wyświetla przewijane tabele nurkowe, podając czas nurkowania bezdekompresyjnego dla interwałów głębokości co 3 metry (10 stóp). Po zanurzeniu wbudowany zegar automatycznie włącza się w trybie nurkowania, a zmiany ciśnienia są rejestrowane za pomocą czujnika ciśnienia. Czas i głębokość nurkowania są wyświetlane na wyświetlaczu. Dane te są wprowadzane do mikroprocesora, gdzie zostają zintegrowane z przechowywanymi informacjami (w przypadku nurkowań powtórzeniowych) oraz modelem matematycznym, który symuluje poziomy saturacji i desaturacji azotu w różnych teoretycznych przedziałach tkankowych. Korzystając z tych informacji, komputer wyświetli pozostały czas bezdekompresyjny. Komputer aktualizuje stan nurka co trzy sekundy biorąc pod uwagę zmiany głębokości oraz saturację i desaturację nurka. Komputery nurkowe zintegrowane z pomiarem zapasu gazu przekazują również informację o odczytanym ciśnieniu gazu w butli i pozostałym czasie nurkowania szacowanym na podstawie obecnego zużycia gazu i posiadanego zapasu gazu.

Większość komputerów ostrzega nurka, jeśli zostanie przekroczony zaprogramowany poziom wynurzenia. W przypadku, gdy nurek pozostaje na określonej głębokości wystarczająco długo, aby przekroczyć granicę czasu bezdekompresyjnego, zostanie wyświetlona informacja o głębokości sufitu dekompresyjnego. Jest to najpłytsza głębokość, do której nurek może się bezpiecznie wynurzyć. Nurek musi zatrzymać się na tej głębokości, lub poniżej tej głębokości, aby umożliwić usunięcie zgromadzonego w tkankach azotu lub dekompresję.

Po osiągnięciu powierzchni komputer przełączy się na tryb powierzchniowy, aby zapewnić ci informacje o maksymalnej głębokości i czasie trwania poprzedniego nurkowania (niektóre modele przewijają informacje o trzech poprzednich nurkowaniach), czasie przerwy powierzchniowej oraz przewijaną tabelę nurkową wskazującą dozwolony czas bezdekompresyjny dla nurkowań powtórzeniowych. Ponadto wiele komputerów wyświetla wartość liczbowa lub symbol wskazujący czas, który musi upłynąć zanim nurek będzie mógł odbyć lot samolotem. Komputer przechowuje również wiele profili nurkowych. Do funkcji log booka można wejść manualnie lub, w przypadku niektórych modeli, przegrać go do komputera stacjonarnego.

Wszyscy nurkowie muszą pamiętać, że każde urządzenie mechaniczne / elektroniczne może ulec uszkodzeniu lub awarii. Najczęstszą przyczyną tych awarii jest błąd człowieka, niedbalstwo, niewłaściwe użytkowanie lub uszkodzenie fizyczne. Mikroprocesor komputera przestanie działać, jeśli nastąpi zalanie komory baterii, np. dlatego, że nurek nie wyczyścił o-ringa lub nie zamknął komory w odpowiedni sposób. Wielu nurków korzysta podczas nurkowania z dwóch komputerów.

Komputerów nurkowych nie wolno zostawiać pod bezpośrednim działaniem światła słonecznego ani narażać na działanie wysokich temperatur. Może to doprowadzić do uszkodzenia wyświetlacza i podzespołów elektronicznych. Po każdym nurkowaniu komputer powinien być przepłukany czystą, słodką wodą. Komputer musi być zabezpieczony przed nadmiernymi wstrząsami. Unikaj upuszczenia komputera, lub uderzenia nim o twarde przedmioty. Zabezpiecz komputer tak, by płynąc nigdy nie ciągnąć go po dnie, skałach i rafach.

Baterie należy wymieniać, gdy wyświetlane są ostrzeżenia o niskiej mocy. Niektóre modele są zaprojektowane tak, że baterie można wymienić samodzielnie, a inne muszą zostać w tym celu oddane do autoryzowanego centrum serwisowego. Instrukcje producentów zawierają szczegółowe informacje dotyczące użytkowania i konserwacji określonych modeli komputerów.

Szczegółowe instrukcje dotyczące korzystania z określonych typów komputerów nurkowych wykraczają poza zakres tego podręcznika. Nurkowie dokonujący zakupu komputera muszą dokładnie przeczytać instrukcje obsługi, a najlepiej uzyskać od wykwalifikowanego instruktora przeszkolenie w zakresie korzystania z komputera nurkowego.

NARZĘDZIA TNĄCE

Każdy nurek musi być wyposażony w nóż lub odpowiednie narzędzie tnące. Zaplątanie w żyłkę nylonową, sieci jednowłóknowe lub inne sieci rybackie może zagrażać życiu. Niewielki, ostry nóż z wcięciem do cięcia lin nadaje się do większości nurkowań. Popularnym rozwiązaniem jest również hakowy nóż spadochroniarski lub nóż „Z”. Wielu nurków wrakowych lub pracujących w służbach ratowniczych używa nożyczek ratow-

niczych, nadających się do cięcia lin, drutów czy haczyków wędkarskich. Narzędzia tnące są transportowane w odpowiednich pokrowcach lub kieszeniach i mogą być przymocowane do uprząży lub do ramienia nurka. Wielu nurków posiada przy sobie więcej niż jedno narzędzie tnące, umieszczone w różnych miejscach, w celu ułatwienia dostępu w razie sytuacji awaryjnej.



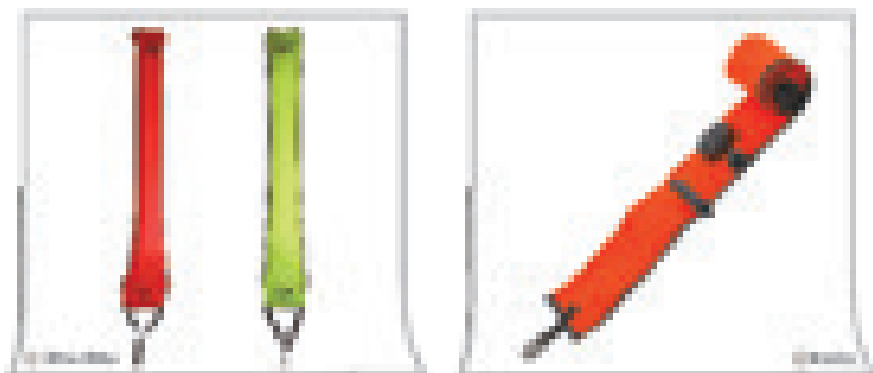
SPRZĘT POMOCNICZY

Aby odpowiednio położyć i kontrolować linę oraz wypuścić boję do niezależnej dekompresji w otwartej wodzie, nurek musi posiadać mały kołowrotek. Kołowrotki są dostępne w różnych rozmiarach i konfiguracjach, ale wszystkie mają kilka kluczowych elementów - uchwyt, szpulę do nawinięcia liny, prowadnicę liny, pokrętło nawijania, nakrętkę blokującą i karabinek. Szpula powinna pomieścić wystarczającą ilość linki polipropylenowej o grubości 1,5 mm, aby umożliwić wypuszczenie boi wypornościowej z najgłębszego przystanku dekompresyjnego na powierzchnię.



Przy wystarczającej ilości liny ten kołowrotek może być również stosowany do penetracji wraków.

Worek wypornościowy lub nurkowa boja znacznikowa, o wyporności umożliwiającej utrzymanie nurka nawet w przypadku awarii BCD, spełniają wymagania w zakresie kontroli dekompresji w toni. Worek wypornościowy jest wykonany z wytrzymałego winylu w jaskrawym, widocznym z daleka kolorze, jest otwarty na jednym końcu i wyposażony w uchwyt i haczyk.



Nurek powinien posiadać jedną lub kilka małych plastikowych tabliczek do zapisywania kluczowych informacji, dotyczących planu nurkowania, takich jak głębokość, godzina, plan dekompresji (runtime), ciśnienie zwrotne. Tabliczka służy też do komunikacji z innymi nurkami pod wodą. Standardowy ołówek HB można przymocować do tabliczki za pomocą gumki. Tabliczki mogą być przymocowane do uprząży, BCD lub w umieszczone w kieszeni na akcesoria.



Lina Jona to lina nylonowa lub taśma o długości 1,5 metra (5 stóp) lub większej, z karabinkiem oraz pętlą na rękę. Lina Jona (lon line) jest przymocowywana do liny kotwicznej lub podwieszona do łodzi, w celu ułatwienia nurkom odbycia dekompresji w prądach morskich.

Wszyscy nurkowie zachęceni są do kompletowania i posiadania niewielkich zestawów części zamiennych / zestawów narzędzi z różnymi rodzajami pasków, karabinków, gumek, o-ringów, śrubokrętów, kluczy itp., które mogą być potrzebne do drobnych napraw sprzętu w terenie.



KONFIGURACJA SPRZĘTU

Po wybraniu odpowiedniego sprzętu należy go skonfigurować w celu zapewnienia nurkowi bezpieczeństwa i optymalnej wydajności. Po pierwsze, rozmieszczenie sprzętu musi być proste i czyste. Sprzęt musi być umieszczony tak, by uzyskać konfigurację tzw. „streamline”, czyli opływową, tzn. by minimalizować opór podczas pływania jak również eliminować możliwość zahaczenia się którejkolwiek części sprzętu.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX & TECHNICAL DIVERS

Ułożenie sprzętu musi być zrównoważone tak, aby równomiernie rozprowadzić ciężar i masę. Po drugie, pozycja całego wyposażenia musi być standardowa, a wszystkie elementy były łatwo dostępne i możliwe do zidentyfikowania dotykiem. Nurek musi być w stanie sięgnąć i obsługiwać wszystkie zawory pod wodą. Twój partner nurkowy musi mieć również dostęp do każdego elementu twojego sprzętu. Innymi słowy, konfiguracja urządzeń musi być przyjazna dla użytkownika. Po trzecie, niektóre elementy mogą być zdublowane. Posiadanie drugiego automatu staje się coraz ważniejsze przy głębokościach większych niż 18 msw (60 fsw). Nurkowie techniczni (jaskiniowi i wrakowi) są również wyposażeni w zapasowe latarki, zdublowane kompensatory pływalności, dwa narzędzia tnące oraz dwa komputery. Pamiętaj, że przechodzisz teraz trening w zakresie samowystarczalności podczas nurkowania oraz samo-ratownictwa. Jednakże, nurkowie powinni zachować ostrożność, aby uniknąć nadmiernej redundancji. Podczas konfigurowania sprzętu należy wziąć pod uwagę następujące zagadnienia:

- Nurek powinien oddychać z głównego automatu i być przygotowanym do oddania go innemu nurkowi w sytuacji awaryjnej. Ten drugi stopień powinien być zamocowany na wężu o długości minimum 1,5 metra, standardowo 2,1 m.

- Dodatkowy regulator musi być zabezpieczony w widocznym miejscu na klatce piersiowej nurka. Zazwyczaj jest on przymocowany pod szyją za pomocą elastycznej gumy.

- Węże BCD muszą być przymocowane do uprząży lub BCD za pomocą gumek lub elastycznej pętli.

Inflatory oraz cały system zaworów BCD muszą być dostępne, by błyskawicznie można było z nich skorzystać. Inflatory muszą być zamocowane nie mogą pływać nad nurkiem.

- Butla nurkowa i BCD muszą być zamocowane w sposób bezpieczny i wygodny, by znajdowały się blisko ciała nurka. Butla i napełniony kompensator pływalności (BCD) nie powinny „fruwać” za plecami nurka.

- Wszystkie manometry muszą być przymocowane do D-ringów na uprząży lub BCD. Nie wolno dopuścić, aby przyrządy pomiarowe ciągnęły się po dnie, pływały obok nurka lub zwiślały pod ciałem nurka, gdzie mogą zostać uszkodzone na skutek uderzenia, zahaczyć się o coś lub uszkodzić środowisko.

- Narzędzia tnące należy umieścić tam, gdzie są one łatwo dostępne pozostając w zasięgu ręki w dowolnej pozycji, w której może się znaleźć nurek. Najlepsze miejsca do umieszczenia narzędzi tnących to uprząż i ramię nurka; noszenie noża na podudziu jest mniej pożądane. Jeśli już decydujemy się umieścić nóż w dole nogi, to powinien znajdować się na jej wewnętrznej stronie

SPRZĘT I TLEN

Wszystkie butle nurkowe powinny być kompatybilne z gazami, które mają być w nich używane. Każda butla o EAN 40 lub wyższym musi być oznaczona jako tlen. Na wszystkich butlach musi być oznaczona zawartość gazu i MOD mieszanki w butli. Butle nitroxowe o zawartości do 40% powinny być oznakowane etykietą nitrox i naklejką z opisem zawartości. Butle mogą być oznaczone ogólną etykietą trimixu, pod warunkiem, że butla ma również naklejkę z dokładnym opisem zawartości mieszanki w butli.

KOMPATYBILNOŚĆ TLENOWA



Istnieją zasadniczo trzy standardy bezpieczeństwa, które odnoszą się do przydatności urządzeń do stosowania z wysokociśnieniowymi wysokowydajnymi mieszaninami tlenu. Po pierwsze, urządzenie musi być wolne od substancji mogących spowodować pożar lub eksplozję. Wszystkie elementy wyposażenia narażone na działanie wysokociśnieniowego tlenu muszą być specjalnie czyszczone odpowiednim rozpuszczalnikiem i/lub detergentem, w celu usunięcia wszelkich śladów zanieczyszczeń, a następnie sprawdzone przy użyciu ultrafioletu i innych metod dla potwierdzenia, iż nie ma żadnych zanieczyszczeń. Niektóre spośród zanieczyszczeń, które mogą się

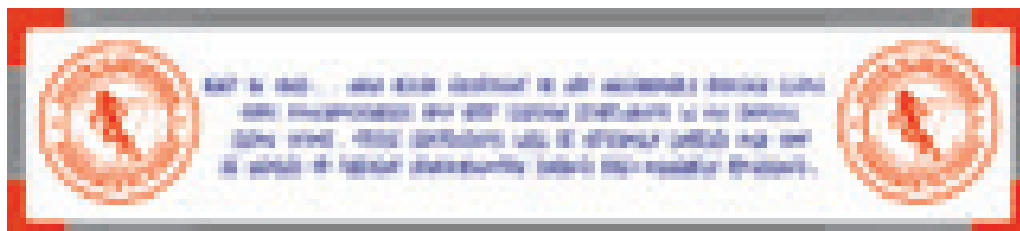
znaleźć w sprzęcie do nurkowania to węglowodory i smary na bazie silikonu, oleje maszynowe, środki smarujące, rozpuszczalniki, cząstki metalu, rdza, kurz, szczeliwo i włókna. Każdy z nich może być znaczący w reakcji spalania. Po zakończeniu procesu czyszczenia urządzenie jest uważane za czyste tlenowo. Pamiętaj, że nowy sprzęt do nurkowania niekoniecznie jest czysty tlenowo. Niektórzy producenci mogą wysyłać pewne komponenty w stanie czystości tlenowej. Elementy te są specjalnie oznakowane i mogą być zaplombowane w ochronnym pojemniku, aby zapobiec zanieczyszczeniu przed montażem.

Następna kwestia dotyczy niemetalicznych “miękkich” elementów takich jak o-ringi, gniazda zaworów i smary, które muszą być kompatybilne z tlenem. Np. popularnie używane o-ringi i smary silikonowe stosowane w większości urządzeń nurkowych nie są kompatybilne z tlenem. Elementy te charakteryzują się niską temperaturą samozapłonu. Aby zawór lub regulator mógł pracować z tlenem, o-ringi muszą być zastąpione tymi, które są kompatybilne z tlenem (np. o-ring Viton), a smar silikonowy należy wymieniać na smar kompatybilny tlenowo (np. Krytox 240 lub Crystolube], zgodnie z zaleceniami większości producentów.

Należy pamiętać, że składnik może być czysty tlenowo, ale nie kompatybilny z tlenem i odwrotnie. Na przykład butla metalowa jest kompatybilna z tlenem, ale może być zanieczyszczona. Do stosowania z tlenem, składnik musi być zarówno czysty tlenowo, jak i kompatybilny z tlenem. Oznacza to, że komponent został odpowiednio oczyszczony, sprawdzony, i wszystkie elementy są kompatybilne z tlenem i mogą być używane do zawartości 100% tlenu.

TLLEN I TWÓJ SPRZĘT NURKOWY

Czy można używać zwykłego sprzętu do nurkowania z mieszaninami wzbogaconymi w tlen? Czy mieszanki wzbogacone w tlen (do 40%) prowadzą do przyspieszonej i nadmiernej korozji lub pogarszania się stanu wyposażenia? Czy sprzęt do stosowania z mieszaninami gazowymi zawierającymi ponad 21 % tlenu jest specjalnie czyszczony i modyfikowany w celu stosowania z mieszaninami wzbogaconymi w tlen? Czy smary i “miękkie składniki” stosowane podczas produkcji i konserwacji zwykłego sprzętu do nurkowania są kompatybilne z mieszaninami wzbogaconymi w tlen?



W odniesieniu do korozji urządzeń i pogorszenia ich stanu, można zacytować następujące oświadczenie pochodzące z SDRG Nitrox Workshop Report: “Innym obszarem, w którym wystąpiły znaczne nieporozumienia i błędne wyobrażenia, jest kwestia korozji butli i zniszczenia sprzętu wystawionego na działanie mieszanek wzbogaconych w tlen. Ekspertsi uznali, że nie ma w tych stwierdzeniach prawdy. Nie ma bowiem zauważalnej różnicy w korozji między butlą zawierającą suche powietrze i butlą zawierającą suchą mieszaninę oddechową powietrza wzbogaconego w tlen. To samo dotyczy niemetalicznych komponentów; różnica nie występuje.”

Były obawy dotyczące obchodzenia się z mieszaninami gazu wzbogaconego w tlen. Pewne grupy wśród rekreacyjnej społeczności nurkowej, a także niektóre osoby związane z przemysłem sprężonych gazów utrzymują, że jakakolwiek mieszanina gazowa zawierająca 23% lub więcej tlenu w swej objętości (w STP) musi być traktowana jak 100% tlenu i że sprzęt, używany do takich mieszanin musi być zaprojektowany i konserwowany w sposób odpowiedni do obsługi tlenu. Z drugiej strony organizacje, takie jak National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), stosowały standardy pozwalające na traktowanie mieszanin wzbogaconych w tlen do zawartości 40% w taki sam sposób jak powietrze.

Podręcznik nurkowy NOAA, wydany w 1991 roku, precyzuje: “Wysokociśnieniowe butle, zbiorniki, regulatory i wszystkie urządzenia do przetaczania gazu pod wysokim ciśnieniem, które są stosowane z czystym

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX & TECHNICAL DIVERS

tlenem lub mieszaninami nitroxowymi, które zawierają więcej niż 40 procent, muszą być czyste tlenowo i konserwowane w celu zapewnienia kompatybilności z tlenem”.

Raport SDRG Nitrox Workshop zawiera następujące stwierdzenie: “Wiadomo, że mieszaniny powietrza wzbogaconego w tlen o zawartości 40 lub 50% tlenu są dużo łatwiejsze w obsłudze niż tlen, a w większości przypadków mogą być traktowane bardzo podobnymi metodami co powietrze.

Ten sam raport stwierdza dalej: “W rzeczywistości kilka istniejących norm pozwala na stosowanie mieszanin do 40% tlenu z urządzeniami przeznaczonymi do obsługi powietrza, lub odwrotnie, mieszaniny zawierające powyżej 40% tlenu wymagają takiej samej obsługi i wyposażenia jak dla czystego tlenu.”

Jedną z najbardziej istotnych informacji zawartych w raporcie SDRG Nitrox Workshop dotyczy smarów stosowanych w wysokociśnieniowych systemach gazowych. Cytując: “W części rekreacyjnej społeczności nurkowej istnieje ‘mit’, że smary silikonowe są kompatybilne z tlenem, podczas gdy w rzeczywistości są bardzo łatwopalne w kontakcie z tlenem, a przy niewłaściwym traktowaniu mogą ulec zapłonowi w nieprawidłowo zaprojektowanym systemie tlenowym.”

W raporcie stwierdzono ponadto: “Smar w wysokociśnieniowym systemie gazowym zawierającym tlen jest zdecydowanie najbardziej wrażliwym i łatwopalnym elementem systemu, ale też w jego przypadku można najłatwiej wyeliminować zagrożenie dzięki odpowiedniej korekcie.”

Raport zaleca: “... perfluorowane polieteryne środki smarne (będące smarami kompatybilnymi z tlenem, o właściwościach dopuszczalnych dla sprzętu nurkowego i jego warunków pracy) mogą być używane wyłącznie do urządzeń przeznaczonych do nurkowania. (Te smary są przeznaczone do zaworów, regulatorów, pierścieni uszczelniających itd., a nie do skrzyni korbowej sprężarki).

Zalecenie to implikuje, ale nie precyzuje jednoznacznie, że zalecany środek smarny powinien być stosowany ze wszystkimi urządzeniami do nurkowania, niezależnie od mieszaniny oddechowej.

Normy blendreskie International Association of Nitrox Divers, Inc./IANTD zawierają w szczególności stwierdzenie: “Do automatów oddechowych i wszystkich urządzeń narażonych na działanie wysokiego ciśnienia (ciśnienia przekraczającego 15 barów (200 psig)) muszą być stosowane smary kompatybilne z tlenem. Jeśli urządzenie jest używane w środowisku o zawartości tlenu powyżej 40%, musi być oznaczone jako wymagające serwisu tlenowego. “

Niektórzy producenci precyzują, że ich sprzęt nie może być używany z nitroxem. Użytkownicy mieszanin wzbogaconych w tlen powinni przestrzegać zaleceń poszczególnych producentów. Standardy blenderskie International Association of Nitrox Divers, Inc./IANTD wyraźnie stwierdzają: “Urządzenia SCUBA używane z mieszaninami gazowymi powinny być wykonane zgodnie z zaleceniami poszczególnych producentów. Jeśli producent stwierdzi, że ich sprzęt nie jest kompatybilny z gazami oddechowymi innymi niż powietrze, to nie należy używać tej marki. Wszystkie modyfikacje sprzętu, wymagane przez producenta w celu wykorzystania jego urządzeń z gazami oddechowymi innymi niż powietrze, muszą być wykonane przed użyciem tej sprzętu marki.”

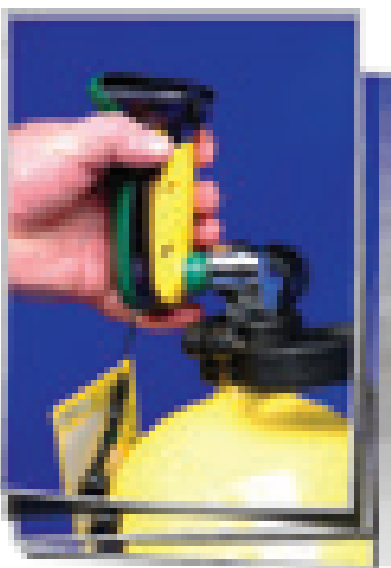
SKOLENIA DLA BLENDERÓW

Szkolenie dla blenderów jest procesem bardziej złożonym, niż zagadnienia zawarte w tym podręczniku. Jest ono częścią szerszego kursu IANTD, dotyczącego zarządzania gazem i użycia tlenu. Mieszanie powietrza wzbogaconego tlenem powinno być ograniczone do personelu, który został do tej procedury odpowiednio przeszkolony przez wyznaczoną organizację.

ANALIZOWANIE NITROXU

Większość dostawców nitroxu wymaga od klientów wykonania analizy zawartości procentowej tlenu w mieszaninie w butli po napełnieniu (lub przed wypożyczeniem) oraz udokumentowania tej analizy w dzienniku napełnień z datą i podpisem. W związku z tym każdy nurek nitroxowy musi być w stanie wykonać analizę mieszaniny gazowej pod względem procentowej zawartości tlenu. Jest to bardzo prosta procedura i zarazem doskonałe zabezpieczenie, aby zmniejszyć ryzyko użycia niewłaściwej mieszanki lub butli z niewłaściwą

mieszaną. Należy pamiętać, że analiza musi mieścić się w granicach $\pm 1\%$ przy używaniu tabel nitroxowych. Na przykład tabela EAN 32 może być stosowana tylko w mieszaninie, w której poziom tlenu mieści się w zakresie 31-33%. Jeśli poziom tlenu jest wyższy, nurk musi dokonywać korekt w celu zminimalizowania ryzyka toksyczności tlenowej. Z drugiej strony, jeśli poziom tlenu jest niższy, nurk będzie musiał dokonać korekt w celu zminimalizowania ryzyka choroby dekompresyjnej.



Analizator musi być skalibrowany przed każdym użyciem. Aby skalibrować analizator, włącz urządzenie, zapewniając mu dobry przepływ powietrza atmosferycznego i odczekaj co najmniej jedną minutę, lub do momentu ustabilizowania się cyfrowego odczytu. Jeśli odczyt wyświetlacza jest inny niż 20,8 do 21%, należy wyregulować odczyt za pomocą pokrętła kalibracji. Jeśli odczyt nie może być dostosowany do tego poziomu, urządzenie działa nieprawidłowo i musi być serwisowane. Czujnik składa się z dwóch elektrod - katody i anody. Złota katoda jest wystawiona na działanie atmosfery przez membranę fluoropolimerową. Ołowiana anoda jest zanurzona w roztworze wodorotlenku potasu. Kiedy cząsteczki tlenu dyfundują przez membranę, elektrochemiczna redukcja tlenu na katodzie i odpowiednie utlenianie anody generują prąd elektryczny, proporcjonalny do ciśnienia parcjalnego tlenu w analizowanej gazie. Powstały prąd jest monitorowany, kompensowany temperaturowo i wzmacniany, aby wywołać wskazanie na wyświetlaczu

W bardziej zaawansowanych systemach stosuje się restryktor przepływu wyposażony w miernik przepływu, który reguluje przepływ nitroksu przez galwaniczny czujnik tlenu. Restryktor jest zamocowany do zaworu butli do nurkowania, podobnie jak regulator przepływu używany do nurkowania. Czujnik jest podłączony w trójniku, za restryktorem przepływu. Szybkość przepływu jest ustawiana na około 2 litry na minutę. Wskazanie cyfrowego wyświetlacza stale wzrasta i w ciągu 10 do 30 sekund stabilizuje się na określonym odczycie. Ten odczyt jest procentem tlenu w mieszaninie oddechowej.

Przenośne analizatory tlenu, stosowane przez nurków technicznych, mają generalnie dokładność $\pm 1\%$ pełnej skali. Sensor ma żywotność około 3 lat. Czujniki przechowywane w szczelnie zamkniętym pojemniku, w jakim są dostarczane, mają minimalny okres ważności trzech miesięcy bez pogorszenia ich jakości. Każdy analizator tlenu jest dostarczany wraz z instrukcją obsługi i konserwacji. Przed użyciem analizatora użytkownik musi dokładnie przeczytać załączoną instrukcję. Wstępna konfiguracja obejmuje włożenie 9-woltowej baterii alkalicznej, podłączenie kabla oraz podłączenie czujnika tlenu do przewodu.



Analizator i czujnik tlenowy muszą być traktowane ostrożnie. Urządzenie może przestać działać prawidłowo na skutek uszkodzenia fizycznego. Ponadto należy zachować ostrożność, aby zapobiec wystawieniu na działanie wilgoci. Jeśli wilgoć wywoła kondensację na powierzchni membrany dyfuzyjnej czujnika, ścieżka tlenu jest fizycznie blokowana i urządzenie wskazuje niższe stężenie tlenu. Czasem woda może być obecna w zewnętrznej części wylotu zaworu butli nurkowej (gromadzenie się wilgoci wynikające z wystawienia niechronionego otworu na opady atmosferyczne lub niedbałe wprowadzenie po

napełnieniu butli w kąpielii wodnej). Ta wilgoć może zostać niechcący wdmuchnięta do czujnika.

Czujnik tlenu jest niewrażliwy na zmiany temperatury dzięki użyciu termistora umieszczonego wewnątrz czujnika. Jednak przy zmianach temperatury mogą wystąpić pewne zmiany odczytów czujników. By tego uniknąć należy przeprowadzać analizę w tej samej lub zbliżonej temperaturze, w której urządzenie było kalibrowane. Podczas kalibracji i użytkowania należy zapewnić tę samą temperaturę, gdyż zmiany temperatury,

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX & TECHNICAL DIVERS

np. pod wpływem ciepła ciała, mogą spowodować zmianę odczytu i uzyskanie niewłaściwego wyniku.

Co zrobić, jeśli analizujesz zawartość butli z nitroxem przy użyciu dwóch różnych analizatorów i uzyskujesz dwa znacząco różne odczyty (różnica jest większa niż 1%)? Ponieważ jeden z analizatorów może mieć błędne wskazania, najlepiej byłoby przeanalizować gaz trzecim analizatorem. Prawdopodobnie można założyć, że dwa najbardziej zbliżone do siebie odczyty analizatorów są poprawne. Jeśli jednak nie masz trzeciego analizatora? Czy możesz mimo to wykorzystać butlę z tym nitroxem do nurkowania? Załóżmy, że odczyty różniły się od 3 do 4 procent. Na przykład zakupiono butlę nitrox 32%, podczas zakupu przeanalizowano jej skład, otrzymując odczyt 32,1% tlenu. Używając drugiego analizatora w miejscu nurkowym, uzyskujesz odczyt 35.6% tlenu. Można wówczas przyjąć następującą procedurę:

- 1 Przyjmij, że albo analizator może działać prawidłowo lub wadliwie.
- 2 Użyj najwyższego odczytu tlenu, aby określić maksymalną głębokość nurkowania i zmniejszyć ryzyko toksyczności tlenowej.
- 3 Użyj najwyższego poziomu azotu, aby określić maksymalny czas nurkowania bezdekompresyjnego..
- 4 Podczas nurkowania zachowaj ostrożność i konserwatyzm!

W powyższej sytuacji głębokość nurkowania byłaby ograniczona do 33 msw (110 stóp). Powinieneś skorzystać z tabel nurkowych dla EAN 32, aby określić maksymalny czas nurkowania bezdekompresyjnego (bezprzystankowego). Jednakże, nurkowałbyś konserwatywnie, nie zbliżając się do żadnego z tych limitów.



EWIDENCJONOWANIE

Obowiązkiem stacji napełniania IANTD jest ewidencjonowanie każdego wyprodukowanego przez stację nitroxu oraz przechowywanie odpowiednich informacji w zeszycie napełnień. Twoim obowiązkiem i odpowiedzialnością jest ponowne sprawdzenie analizy przed podpisaniem dziennika stacji i użyciem gazu podczas nurkowania.

IANTD		Oceanic Ventures, Inc.						IANTD			
RECOMMENDED		MIX GAS BLEND LOG						RECOMMENDED			
DATE	TIME	BARREL NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.	NO.

CHAPTER 3

OXYGEN

by David Sawatzky, M.D.





ROZDZIAŁ 3 - TLEN

David Sawatzky, M.D.

Tlen (O₂) ma kluczowe znaczenie dla życia ludzkiego, ale zbyt dużo, lub zbyt mało tlenu, może powodować trwałe uszkodzenie organizmu, a nawet śmierć. Powietrze zawiera 21% tlenu i jest toksyczne przy jakimkolwiek ciśnieniu cząstkowym. Jednakże organizm opracował bardzo skuteczne mechanizmy radzenia sobie z toksycznością tlenu we wdychanym gazie przez cząstkowe ciśnienie tlenu (PO₂). Działanie toksyczne jest widoczne tylko wtedy, gdy PO₂ wzrasta powyżej normy. Niedawny powrót do terapii tlenem hiperbarycznym, zwiększone użycie tlenu podczas dekompresji, zwiększone wykorzystanie nitroxu w nurkowaniu oraz agresywne stosowanie tlenu na oddziałach intensywnej terapii spowodowało, że wiele osób było narażonych na zwiększone PO₂. W związku z tym szybko wzrasta praktyczne doświadczenie z podwyższonym poziomem PO₂. Naukowcy dowiedzieli się niedawno, że toksyczność tlenu jest głównym elementem szkodliwego mechanizmu w wielu chorobach niezwiązanych z nurkowaniem (uszkodzenie reperfuzyjne), i doszło do bardzo znaczącego rozszerzenia badań nad toksycznością tlenu.

Ze względu na unikalny sposób, w jaki tlen wiąże się z hemoglobina, redukcja ilości tlenu dostarczanego do tkanek w czasie gdy PO₂ spadnie poniżej 0,16 ATA jest bardzo niewielka. To dla nas bardzo dobrze, ponieważ w miarę wznoszenia się na wysokość, następuje spadek ciśnienia atmosferycznego i PO₂. Przy PO₂ wynoszącym 0,15 ATA większość osób odczuwa zawroty głowy przy ciężkiej pracy a przy PO₂ wynoszącym 0,10 ATA większość osób będzie mieć problemy nawet w spoczynku. W PO₂ mniej niż 0,10 ATA prawie wszyscy będą nieprzytomni i na niższych poziomach umrą. Dla osób z istotnymi uszkodzeniami płuc (np. osoby, które paliły więcej niż 1 paczkę papierosów dziennie przez 10 lat lub doznały równoważnych uszkodzeń płuc), skutki niedoboru tlenu (niedotlenienia) będą zauważalne wcześniej i przy wyższych ciśnieniach cząstkowych.

UTLENIANIE

Jedyną popularną sytuacją, w której nurkowie rekreacyjni mogliby być zagrożeni hypoksją (niedoborem tlenu), jest oddychanie powietrzem, które znajdowało się w butli, która przez dłuższy czas była nieużywana i do której dostała się woda. Woda powoduje korozję. Utlenianie jest procesem, w którym tlen z powietrza łączy się z metalem w zbiorniku, powodując uszkodzenie butli i zmniejszenie ilości tlenu w zawartym w niej powietrzu. Korozji podlegają zarówno zbiorniki aluminiowe, jak i stalowe. W zbiornikach aluminiowych warstwa utleniona pokrywa wewnątrz zbiornika i zapobiega kontaktowi z powietrzem. W stalowych zbiornikach stal utleniona (rdza) ma tendencję do odchodzenia płatami, przez co znajdująca się pod spodem stal nadal jest narażona na działanie powietrza i kontynuację procesu korozji. Jeśli butla stalowa wypełniona powietrzem zostanie pozostawiona na zimę, w znajdującym się w niej powietrzu może nie być tlenu. Nurkowie zginęli, używając na pierwszym wiosennym nurkowaniu butli, która została napełniona poprzednią jesienią. Prawie natychmiast następuje utrata świadomości, zwykle jeszcze podczas zanurzania, gdy nurek ma negatywną pływalność i tonie. Gorąco polecamy, aby wszyscy nurkowie po zimie zlecali wykonanie w swoich butlach inspekcji wizualnej. Na początku wiosny centra nurkowe mają nieco mniej pracy i będziesz mieć gwarancję czystego, suchego i dobrego powietrza w butli. Oddychanie z butli przez minutę na powierzchni, z dala od wody, również pomoże ci przekonać się, czy gaz zawiera wystarczającą ilość tlenu. Jeśli zdecydujesz się na taki test, to najpierw upewnij się, że jest przy tobie ktoś, kto udzieli ci pomocy na wypadek utraty przytomności!

TOKSYCZNOŚĆ TLENOWA

Ciało ludzkie jest w stanie bez problemu tolerować poziom tlenu zwiększony do około 0,45 ATA. Gdy PO₂ wzrośnie powyżej tego poziomu, pojawią się skutki toksyczne. Przy PO₂ między 0,45 ATA a 1,6 ATA, toksyczne skutki dotyczą głównie płuc i zanim się rozwiną mogą minąć godziny lub dni. Przy ciśnieniu powyżej 1,6 ATA, toksyczne efekty dotyczą głównie w mózgu (CNS) i mogą się rozwinąć w ciągu zaledwie kilku minut.

Większość nurków rekreacyjnych nie musi się martwić o toksyczność tlenu, ponieważ PO₂ nigdy nie będzie wystarczająco wysokie ani nie potrwa wystarczająco długo, aby spowodować problemy. Wpływ narkotyczny azotu powoduje ograniczenie maksymalnej głębokości nurkowania do 40 msw (130 fsw) w idealnych

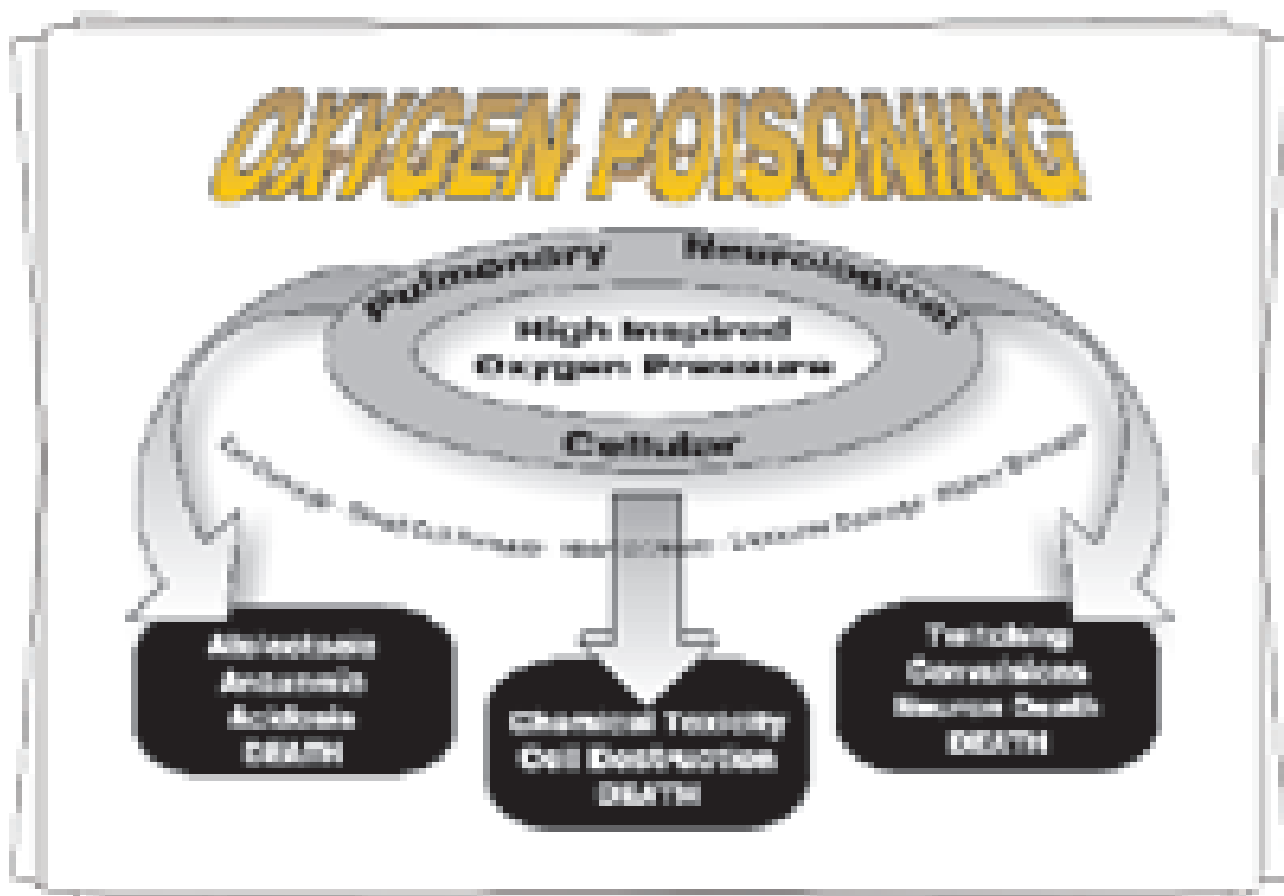
warunkach pod takim ciśnieniem, że PO₂ wynosi nieco ponad 1,0 ATA, czyli jest zbyt niskie, aby obawiać się toksyczności CNS. Ograniczony zapas gazu redukuje czas denny na tyle, że nie musimy się martwić o toksyczność płucną. Jednak coraz częstsze stosowanie tlenu i nitroxi powoduje, że niektórzy nurkowie rekreacyjni mogą być również narażeni na toksyczne poziomy tlenu. Wszyscy nurkowie powinni dokładnie rozumieć na czym polega toksyczność tlenu. Tlen jest bezbarwny, bezwonny, bez smaku i stanowi 20,98% objętości powietrza. Toksyczność tlenu jest funkcją PO₂, czasu ekspozycji i indywidualnej podatności. Istnieją znaczne różnice w zakresie wrażliwości na toksyczność tlenową. Dotyczą nie tylko różnych osób ale mogą zmieniać się z dnia na dzień u tej samej osoby. Toksyczność tlenu jest rzeczywiście funkcją PO₂ w komórkach. Wszystkie komórki ostatecznie obumierają, jeśli są narażone wystarczająco długo na odpowiednio wysokie PO₂. Nurkując musimy monitorować tylko dwie tkanki: płuca i mózg. Toksyczne działanie tlenu na te obszary może nas bowiem unieruchomić na długo przed wystąpieniem jakichkolwiek problemów w innych tkankach.

Ogólnie podatność komórek na toksyczność tlenu zależy od ich szybkości metabolizmu. Spoczynkowa komórka jest stosunkowo odporna. Toksyczność tlenu nie jest w rzeczywistości spowodowana przez tlen, ale przez rodniki tlenu. Rodniki tlenu są wysoce reaktywnymi cząsteczkami, tworzonymi z tlenu, które zawierają co najmniej jeden dodatkowy elektron. Przykłady obejmują anion super-tlenkowy, nadtlenek wodoru, rodniki hydroperoksydowe i hydroksyldowe oraz tlen jednoatomowy. Cząsteczki te powstają w wyniku kolizji między cząsteczkami tlenu oraz procesów metabolicznych w komórkach. Zawsze powstają i komórki muszą sobie z nimi radzić. Jednak gdy PO₂ jest zbyt wysokie, liczba utworzonych rodników tlenowych jest zbyt duża, i systemy obronne komórek nie są w stanie podołać tej ilości, co powoduje uszkodzenia.

Istnieją setki specyficznych reakcji chemicznych, w których mogą uczestniczyć rodniki tlenowe, powodując uszkodzenia komórek. Ogólnie rzecz biorąc, odbywa się to na trzy sposoby. Po pierwsze, przez inaktywację enzymów. Enzymami są białka, które działają jako katalizatory, powodując reakcje, które normalnie nie zachodzą w temperaturze ciała. Robią to, trzymając cząsteczkę tak, aby do reakcji doszło dokładnie wtedy gdy cząsteczki mają właściwą orientację względem siebie. Jeśli zmienia się kształt enzymów, cząsteczki nie będą zorientowane, a reakcja nie wystąpi. Rodniki tlenu powodują sieciowanie grup sulfhydrydowych, zmieniając tym samym kształt enzymu i dezaktywując go. Zmiany te powodują także zmianę kształtu białek odpowiedzialnych za transport jonów do i z komórek przez błonę komórkową. Wreszcie, rodniki tlenowe powodują peroksydację różnych lipidów w komórkach.

Wszystkie komórki u zwierząt oddychających tlenem mają sposoby na dezaktywację rodników tlenowych i naprawianie wyrządzonych przez nie szkód. Dwa główne środki obrony to dysmutazy i katalazy. Oba te enzymy pomagają utrzymać dobry poziom zredukowanego glutationu. Zredukowany glutation ma wiele grup sulfhydrydowych, z którymi wiążą się rodniki tlenowe, i tym samym przestają być dostępne, więc nie powodują uszkodzeń komórek. Dr J. Lorrain Smith jako pierwszy opisał toksyczny wpływ tlenu na płuca w 1899 roku. Zauważył, że nasilenie efektu wzrasta wraz ze wzrostem PO₂ i że efekty są w dużej mierze odwracalne. Toksyczne działanie tlenu na płuca jest przede wszystkim problemem dla długich ekspozycji na PO₂, między 0,45 a 1,6 ATA. Przy PO₂ powyżej 1,6 ATA toksyczny wpływ tlenu na mózg pojawia się jako pierwszy przed toksycznym działaniem na płuca.

Toksyczne działanie tlenu przy ciśnieniu cząstkowym pomiędzy 0,45 ATA i 1,6 ATA dotyczy głównie płuc, podczas gdy toksyczny efekt w PO₂ powyżej 1,6 ATA odnosi się głównie do mózgu. Najwcześniejszym objawem płucnej toksyczności tlenu jest łagodne podrażnienie w tchawicy (gardle), które pogarsza się przy głębokim wdechu. W następnej kolejności pojawia się łagodny kaszel, po którym następuje silniejsze podrażnienie i kaszel, aż wreszcie wdech stanie się bolesny, a kaszel niekontrolowany. Jeśli ekspozycja na tlen będzie kontynuowana, poddawana jej osoba zauważy ucisk w klatce piersiowej, trudności w oddychaniu, duszność i, jeśli ekspozycja będzie trwała wystarczająco długo, taka osoba umrze, z powodu braku tlenu! Postępujące uszkodzenia płuc ostatecznie uniemożliwiają dostanie się tlenu do krwi podczas przechodzenia przez płuca.



MONITOROWANIE EKSPOZYCJI TLENOWEJ

Czas do wystąpienia objawów jest zmienny, ale większość osób może tolerować ciśnienie parcjalne tlenu 1,0 ATA przez 12-16 godzin, 1,5 ATA przez 8-14 godzin i 2,0 ATA przez 3-6 godzin przed wystąpieniem łagodnych objawów. Istnieje kilka sposobów monitorowania płucnej toksyczności tlenu, ale najbardziej dokładne informacje wynikają z obserwowania rozwoju objawów.

Drugą techniką jest monitorowanie pojemności życiowej. Pojemność życiowa (ilość powietrza, którą można poruszyć jednym głębokim oddechem) zmniejsza się wraz ze zwiększeniem toksyczności płuc. Obniżenie pojemności życiowej o około 2% wiąże się z łagodnymi objawami, które są tak poważne, że większość osób nie będzie dobrowolnie kontynuować oddychania tlenem. Te łagodne efekty są całkowicie odwracalne i nie występuje trwałe uszkodzenie płuc. Jednak leczenie poważniejszych uszkodzeń trwa do 12 dni. Objąsnione tu zagadnienie patologii toksyczności płucnej wykracza poza zakres tego kursu.

Trzecim sposobem kontrolowania płucnej toksyczności tlenowej jest monitorowanie ekspozycji na działanie tlenu. Technika ta nazywa się obliczaniem jednostek tolerancji tlenu (OTU), a jedna OTU odpowiada oddychaniu 100% tlenem przez jedną minutę przy 1,0 ATA. 615 OTU w jednym dniu spowoduje zmniejszenie pojemności życiowej o 2% a 1.425 jednostek spowoduje jej spadek o 10%. Istnieje kilka różnych sposobów obliczania OTU. Niektórzy próbują wносить korektę, uwzględniając, oprócz prostego PO₂, zwiększanie toksyczności przy zwiększaniu dawki, oraz dość znaczną zmienność indywidualnej tolerancji. Jednak obserwacja objawów jest nadal najlepszym przewodnikiem. Są one najbardziej użyteczne w planowaniu dużej liczby nurkowań, przez kilka kolejnych dni, przy wykorzystaniu znacznych ilości tlenu podczas dekompresji. Jeśli u nurka rozwiną się objawy toksyczności płucnej, może się zdarzyć, że będzie konieczna zmiana planu nurkowania.

Monitorowanie tlenu – dalsze uwagi

Podatność na toksyczność tlenu jest zmienna dla różnych osób i może się zmieniać z minuty na minutę podczas każdego nurkowania. Zmiany w stanie fizycznym (zatrzymanie dwutlenku węgla, wysiłek, zimno, itp.) mogą powodować pojawienie się objawów toksyczności tlenu przy ciśnieniu cząstkowym tlenu poniżej 1,6 ATA.

Monitorowanie ekspozycji tlenowej CNS

W przypadku rutynowych nurkowań bezprzystankowych, czas ekspozycji tlenowej może opierać się na ciśnieniu cząstkowym tlenu na maksymalnej głębokości nurkowania i limitach czasu ekspozycji tlenowej podanych w tabeli NOAA (tabela 6.2). Jednakże w nurkowaniu technicznym, w którym stosuje się dwie lub więcej mieszaniny gazów i wydłuża się czas spędzony przy wysokich stężeniach tlenu na głębokości dekompresyjnej, należy skontrolować skumulowaną ekspozycję tlenową. IANTD / IAND, Inc. używa techniki % CNS. Jak dowiedziałeś się na podstawowym kursie EANx Diver, ekspozycja procentowa CNS jest obliczana przez podzielenie czasu przy danym ciśnieniu cząstkowym tlenu przez limit czasu pojedynczej ekspozycji NOAA i pomnożenie tej wartości przez 100

Redukcja powierzchniowa CNS

Wykazano, że przy ciśnieniu parcjalnym tlenu poniżej 0,5 ATA (bar) nie następuje przyrost obciążenia tlenem. Zakłada się ponadto, że każde 90 minut spędzone na powierzchni, podczas których nurek oddycha powietrzem normoksycznym przyczynia się do dalszej redukcji obciążenia o 50%. Jeśli nie osiągnięto pełnego przedziału czasowego przerwy powierzchniowej, to przyjmujemy, że redukcja nie nastąpiła

Monitorowanie płucnej toksyczności tlenowej

Jednostka Toksyczności Płucnej (UPTD) służy do oszacowania i śledzenia efektów oddziaływania tlenu na płuca oraz inne tkanki. Metoda obliczania skumulowanej płucnej toksyczności tlenowej za pomocą UPTD została wprowadzona w 1972 roku jako sposób monitorowania terapeutycznej ekspozycji tlenowej. Jeden UPTD definiuje się jako stopień płucnej toksyczności tlenowej spowodowany oddychaniem 100% tlenem pod ciśnieniem 1 ATA przez 1 minutę. Obecnie do przewidywania wielkości ekspozycji tlenowej dla danego nurka wykorzystywana jest nowa terminologia, jednostki tolerancji tlenu (OTU). Dla wszystkich praktycznych zastosowań terminy UPTD i OTU mogą być używane zamiennie.

UPTD / OTU Redukcja powierzchniowa

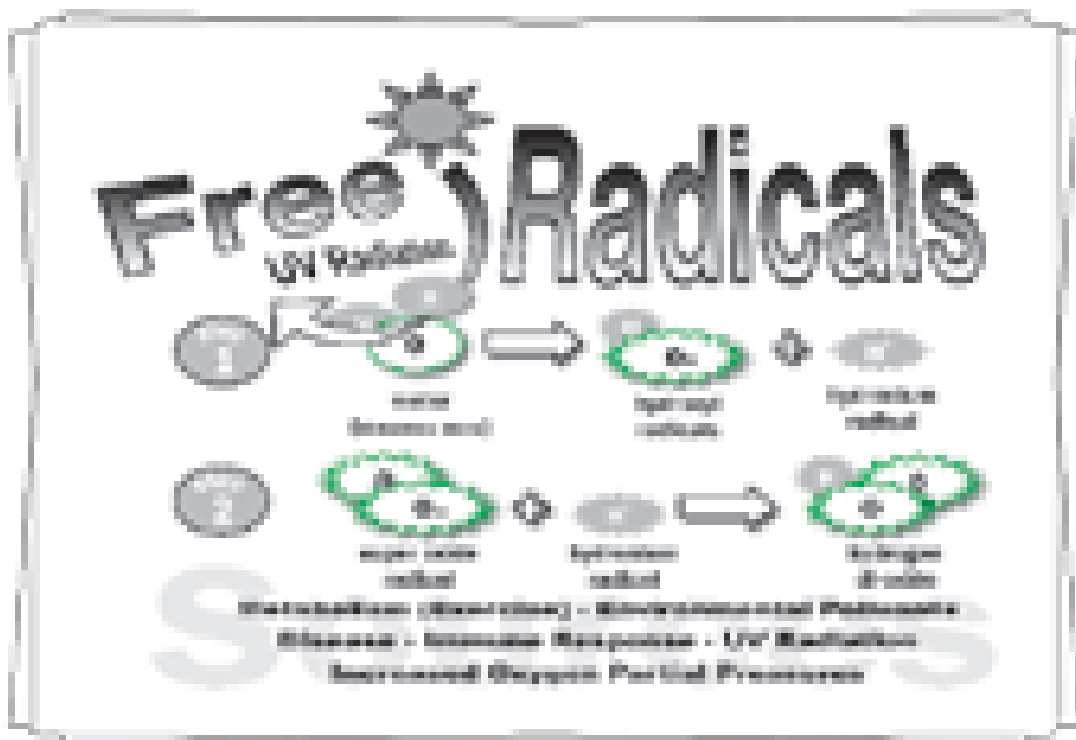
Przyjmuje się, że przerwa powierzchniowa nie powoduje redukcji obciążeń UPTD / OTU, a nurek powinien po prostu kierować się zasadą, żeby kontrolować ilość jednostek w ciągu dnia tak i nie przekraczać 300 jednostek.

ZAPOBIEGANIE TOKSYCZNOŚCI TLENOWEJ

Pierwszą i najważniejszą metodą zapobiegania płucnej toksyczności tlenu jest ograniczenie ekspozycji do możliwie najniższego poziomu PO₂ w najkrótszym czasie. Jeśli nurkujesz tylko na powietrzu i ograniczysz głębokość do maksimum 40 msw (130 fsw), jest mało prawdopodobne, żeby płucna toksyczność tlenu stanowiła problem. Drugą metodą zapobiegania płucnej toksyczności tlenu jest stosowanie przerw powietrznych. Uszkodzenie komórek jest kumulatywne i jeśli na każde 25 minut ekspozycji tlenowej zapewnisz komórkom pięciominutowy okres, w którym oddychasz powietrzem, komórki mogą się uzupełnić uszkodzenia spowodowane przez tlen.

W sytuacjach eksperymentalnych nurek stosujący przerwy powietrzne może tolerować dwa razy więcej tlenu przed wystąpieniem objawów toksycznych niż w przypadku ciągłego oddychania tlenem. Toksyczność tlenowa centralnego układu nerwowego (CNS) jest problemem wyższych PO₂ w krótszych okresach czasu. Podczas oddychania powietrzem, PO₂ 1,6 ATA osiąga się dopiero na głębokości 67msw (218 fsw). Dlatego toksyczność tlenu CNS nie stanowi problemu w przypadku standardowych nurkowań rekreacyjnych. Jednak

coraz więcej nurków stosuje nitrox i jeśli nurkujesz na mieszance zawierającej 40% tlenu, PO₂ będzie wynosić 1,6 ATA na głębokości 30 msw (99 fsw), a jeśli podczas dekompresji oddychasz 100% tlenem, PO₂ będzie wynosić 1,6 ATA na głębokości 6 msw (20 fsw)! Dlatego też toksyczność tlenu CNS stanowi poważny problem dla niektórych nurków rekreacyjnych i jest głównym problemem dla nurków technicznych i komercyjnych.



OBJAWY I SYMPTOMY

Pierwszą i najpoważniejszą oznaką toksyczności tlenu CNS jest często rodzaj konwulsji, podobny do napadu epileptycznego. Istnieje wiele innych oznak objawów toksyczności tlenu, ale nie ma jednoznacznego ostrzeżenia, że ma nastąpić atak. Nawet EEG jest zupełnie normalny, dopóki nie zaczną się konwulsje. Konwulsje wywołane przez toksyczne działanie tlenu same w sobie nie powodują żadnych trwałych problemów, ponieważ drgawki są reakcją organizmu na nadmiar tlenu, a zatem niedotlenienie pojawiające się przy zwykłych napadach konwulsji nie stanowi problemu. Jednakże nurek, który doświadcza konwulsji w wodzie, może się utopić. Jeśli drgawki wystąpią gdy głownia jest zamknięta, może dojść do barotraumy płuc.

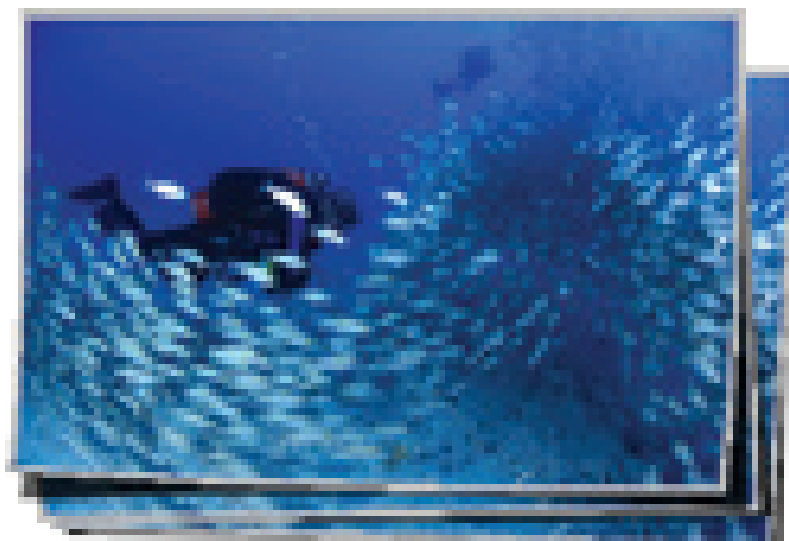
Istnieje olbrzymia zmienność w zakresie ilości tlenu jaką organizmy różnych ludzi mogą tolerować, zanim wystąpią objawy toksyczności tlenowej CNS oraz, co jest jeszcze bardziej niepokojące, występują znaczne różnice w zakresie tolerancji tlenowej u tej samej osoby w zależności od dnia. Nurek może bez żadnych problemów wykonywać wiele nurkowań, podczas których podlega działaniu wysokich ekspozycji PO₂ i błędnie stwierdzić, że jest odporny na toksyczność tlenu. Potem, bez żadnego wyraźnego powodu, może doświadczyć toksyczności tlenowej CNS przy niższym PO₂. Ogólnie rzecz biorąc, ludzie mogą tolerować więcej tlenu w suchej komorze niż w wodzie.

W rzeczywistości większość nurków może bez większych trudności tolerować dwie godziny ekspozycji tlenowej przy 3,0 ATA (20 msw/66 fsw) w komorze. Podczas ćwiczeń w wodzie, u części nurków konwulsyjne występują przy PO₂ 1.6 ATA. Co gorsza, w komorze u nurków często występuje jedna z mniej poważnych oznak toksyczności tlenu takich jak tunelowe widzenie, dzwonienie w uszach lub drżenie. Konwulsje zaczynają się od natychmiastowej utraty przytomności i około 30 sekund, podczas których mięśnie są rozluźnione. Wszystkie mięśnie zaciskają się gwałtownie przez około jedną minutę; nurek zaczyna oddychać szybko po czym pojawia się trwające kilka minut silna dezorientacja. Jak można sobie wyobrazić, jeśli dzieje się to podczas nurkowania, nurek zwykle umiera. Powyższa tabela zawiera krótką listę objawów i symptomów toksyczności tlenowej CNS,

jednak trzeba przyjąć, że możliwe są prawie wszystkie objawy i symptomy.

Znane są pewne czynniki zwiększające ryzyko toksyczności tlenowej CNS. Wspomnieliśmy już o dwóch, zanurzeniu się w wodzie i wysiłku. Ryzyko związane z ciężką pracą polega na tym, że PCO₂ w ciele wzrasta i zwiększa się przepływ krwi do mózgu. Inne przyczyny zwiększonego PCO₂ to pomijanie oddechu (wstrzymywanie oddechu np. w celu oszczędzania gazu) i zwiększony poziom dwutlenku węgla w gazie oddechowym. Można tę listę uzupełnić o stres nurka i wysoki poziom adrenaliny, atropiny, aspiryny, amfetaminy i innych stymulantów, które wydają się zwiększać ryzyko toksyczności tlenowej CNS.





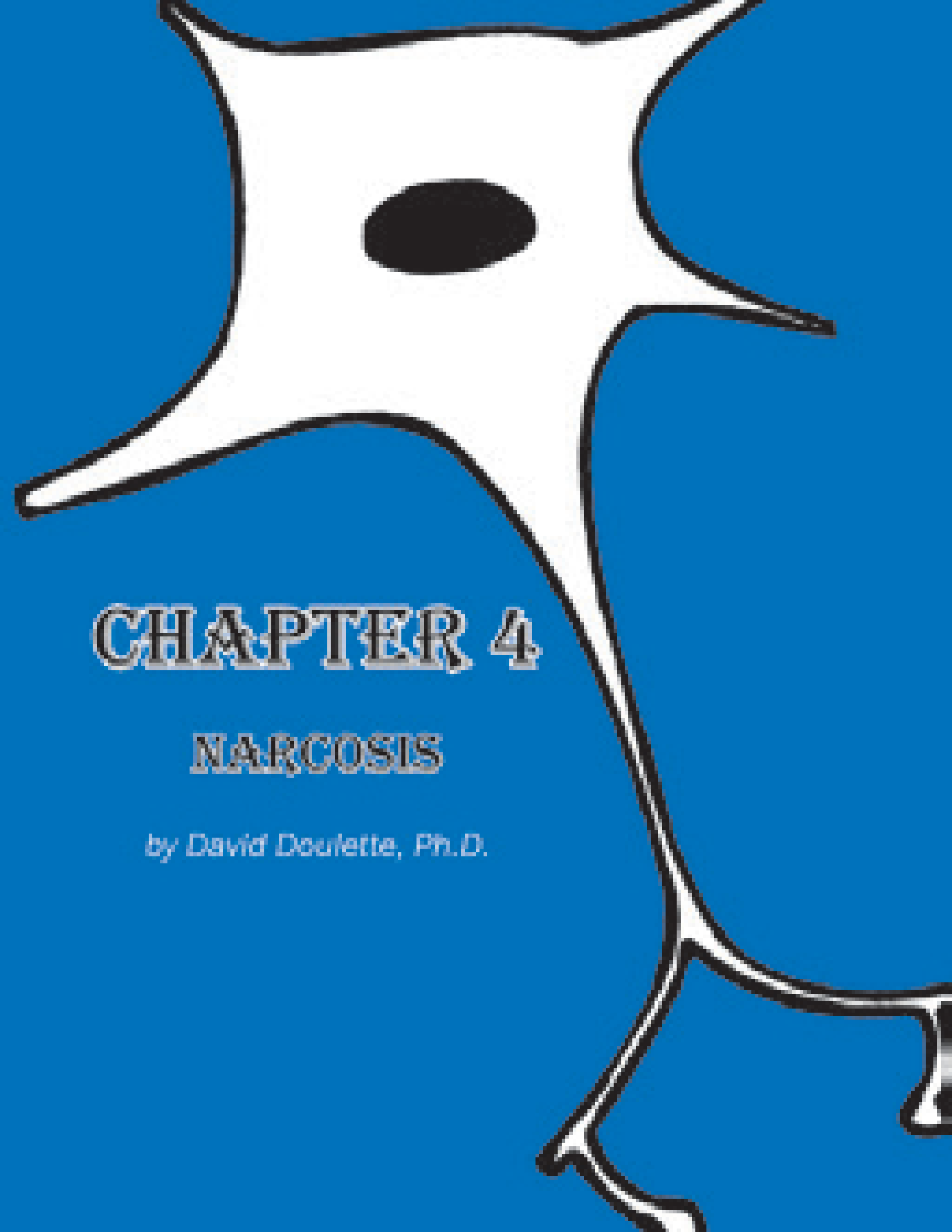
PODSUMOWANIE

Nie ma leków, które mogą być stosowane w celu zapobiegania toksyczności tlenu CNS. W eksperymentach na zwierzętach można było zapobiegać napadom drgawkowym, ale uszkodzenia komórkowe CNS spowodowane przedłużonymi napadami konwulsji nadal występowały. Jedyne skuteczne sposoby zapobiegania toksyczności tlenu CNS polegają na ograniczaniu PO₂, czasu ekspozycji oraz stosowaniu przerw w oddychaniu tlenem.

Zgodnie z ogólnymi wytycznymi, PO₂ podczas dekompresji w spoczynku nigdy nie powinno przekraczać 2,0 ATA, a większość nurków używa 100% tlenu przy maksymalnej głębokości 6 msw (20 fsw). Podczas aktywnej części nurkowania, PO₂ nigdy nie powinno przekraczać 1,6 ATA, a wielu nurków używa 1,5; 1,4 lub nawet 1,3, jako maksymalnego PO₂. NOAA, Marynarka USA, Marynarka Królewska, Siły Kanadyjskie i wiele innych organizacji mają wytyczne dotyczące dopuszczalnych PO₂ i maksymalnych czasów ekspozycji. Zawsze też sprawdź wodoodporne tabele nurkowe IANTD.

PO ₂	Single Exposure Limit		24 hr Maximum Exposure	
	Minutes	Hours	Minutes	Hours
0.0	∞	∞:00	∞	∞:00
0.1	1:00	1:00	1:00	1:00
0.2	2:00	2:00	2:00	2:00
0.3	3:00	3:00	3:00	3:00
0.4	4:00	4:00	4:00	4:00
0.5	5:00	5:00	5:00	5:00
0.6	6:00	6:00	6:00	6:00
0.7	7:00	7:00	7:00	7:00
0.8	8:00	8:00	8:00	8:00
0.9	9:00	9:00	9:00	9:00
1.0	10:00	10:00	10:00	10:00
1.1	11:00	11:00	11:00	11:00
1.2	12:00	12:00	12:00	12:00
1.3	13:00	13:00	13:00	13:00
1.4	14:00	14:00	14:00	14:00
1.5	15:00	15:00	15:00	15:00
1.6	16:00	16:00	16:00	16:00
1.7	17:00	17:00	17:00	17:00
1.8	18:00	18:00	18:00	18:00
1.9	19:00	19:00	19:00	19:00
2.0	20:00	20:00	20:00	20:00





CHAPTER 4

NARCOSIS

by David Doulette, Ph.D.



ROZDZIAŁ 4 - NARKOZA

David Doulette, Ph.D.

Efekty narkotyczne oddychania sprężonym powietrzem na głębokościach większych niż 30 msw (100 fsw) są prawdopodobnie znane większości nurków. Zbiór efektów neurologicznych związanych z oddychaniem powietrzem pod wysokim ciśnieniem, w tym zatrucia, spowolnienie procesów umysłowych i zmniejszenie sprawności manualnej, nazywane są zwykle narkozą azotową. Takie skutki występują również podczas oddychania gazami obojętymi innymi niż azot, więc stan ten jest bardziej ogólnie znany jako narkoza gazu obojętnego. Po zapoznaniu się z opisem objawów i symptomów narkozy gazu obojętnego, w tym rozdziale dowiesz się, że narkoza gazu obojętnego jest przede wszystkim efektem znieczulenia przed utratą przytomności. Chociaż podstawowe mechanizmy narkozy i znieczulenia nie są w pełni zrozumiane, zostaną tu zaprezentowane liczne cechy obu stanów, z uwzględnieniem czynników innych niż ciśnienie cząstkowe gazu obojętnego, które powodują modyfikację narkozy.

OPIS HISTORYCZNY

Zatrucie występujące u pracowników i nurków kesonowych zostało zauważone w połowie XIX wieku, kiedy rozwój technik inżynierskich umożliwił pracę przy wystarczająco wysokim ciśnieniu. Pionierskie opracowanie z lat 30. XX wieku opisuje efekt narkotyczny głębokiego nurkowania na powietrzu. Z narkozą zetknięto się podczas pierwszych prób głębokiego nurkowania podejmowanych przez Royal Navy na głębokość do 91 msw (300 fsw). Zjawisko to zostało odpowiednio opisane jako “spowolnienie pracy mózgu” lub działanie “jakby... w znieczuleniu”, ale było ono wówczas przypisywane “Mentalnej niestabilności” u niektórych kandydatów w próbach głębokich nurkowań (Hill i Phillips, 1932). Hipoteza o roli podwyższonego ciśnienia cząstkowego azotu w powstawaniu efektu narkozy została postawiona w 1935 r., i zaproponowano wówczas zastosowanie alternatywnej mieszaniny gazów oddechowych w celu wyeliminowania narkozy (Behnke i wsp., 1935). Od tamtej pory progowe ciśnienie dla nurkowań powietrznych, które systematycznie powoduje spadek wydajności nurka, wynosi 4 ATA (30 msw/100 fsw). Potwierdzenie roli azotu w narkozie przyszło wraz z raportem Maxa Nohla, który wykonał nurkowanie w słodkiej wodzie na głębokość 128 msw (410 fsw) przy użyciu rebreathera helioxowego wg własnego projektu (End, 1938).

NARKOZA GAZU OBOJĘTNEGO I ZMIANY BEHAWIORALNE: KLASYFIKACJA OBJAWÓW I SYMPTOMÓW

Narkoza gazu obojętnego zaburza funkcjonowanie układu nerwowego, co powoduje zmiany behawioralne, które mogą pogarszać zdolność nurka do skutecznego działania. Aby rozpoznać wszystkie potencjalne zaburzenia zachowań, wynikające z narkozy gazu obojętnego i pomóc zrozumieć przyczyny narkozy, przydatne jest klasyfikowanie różnych efektów. Behnke podzielił efekty narkozy na trzy kategorie: reakcje emocjonalne, upośledzenie bardziej zaawansowanych procesów umysłowych oraz upośledzenie kontroli nerwowo-mięśniowej (Behnke i inni, 1935). Stosujemy tu podobną klasyfikację: subiektywne odczucia, upośledzenie funkcji poznawczych, spowolnienie aktywności umysłowej i upośledzenie koordynacji nerwowo-mięśniowej.

SUBIEKTYWE ODCZUCIA

Subiektywnymi odczuciami są wrażenia, które każdy nurek wiązałby z narkozą gazu obojętnego. Należą do nich euforia, nadmierna pewność siebie, lekkomyślność i różnego rodzaju zaburzenia stanów świadomości i uwagi. Subiektywne odczucia narkozy gazu obojętnego można ocenić za pomocą kwestionariuszy wymagających całościowego oszacowania nasilenia narkozy i

odpowiedzi na pytania, zawierające listę kontrolną, złożoną z przymiotników opisujących zdolność do działania (np. czujność, koncentrację) oraz odczucia psychofizyczne (np. odurzony, lekkomyślny, senny, niekontrolujący sytuacji). (Hamilton i inni, 1992, Hamilton i inni, 1995).

Zaburzone funkcje kognitywne

Funkcje kognitywne to zaawansowane procesy mentalne, w tym percepcja, myślenie, rozumienie i zapamiętywanie. Wpływ narkozy gazu obojętnego na funkcję kognitywne obejmuje:

- Trudności w kojarzeniu faktów.
- Spowolnione i niedokładne procesy myślowe.
- Utratę pamięci.

W laboratorium narkozę gazu obojętnego można mierzyć za pomocą testów na zaburzenia funkcji poznawczych, w tym:

- myślenie koncepcyjne,
- rozumienie zdania,
- zdolność do wykonywania działań arytmetycznych,
- pamięć krótkotrwała.

Spowolniona aktywność umysłowa



Oprócz zwiększonej ilości błędów w testach funkcji poznawczych, narkoza znacznie zmniejsza prędkość rozwiązywania problemów. Przetwarzanie informacji przez centralny układ nerwowy jest spowolnione i może być mierzone na dwa sposoby: stopień, w jakim udało się rozwiązać zadanie testowe lub czas reakcji. Czas reakcji mierzy się jako czas pomiędzy odebraniem sygnału sensorycznego i reakcją polegającą na prawidłowej odpowiedzi. Reprezentuje szybkość zaawansowanych procesów umysłowych, w szczególności podejmowania decyzji. Narkoza

gazu obojętnego spowalnia czas reakcji. W typowym badaniu czasu reakcji w warunkach laboratoryjnych, zapala się jedna dioda z serii, i mierzony jest czas od jej zapalenia do wygaszenia poprzez naciśnięcie odpowiedniego mikroprzełącznika.

Upośledzenie koordynacji nerwowo-mięśniowej

Koordynacja nerwowo-mięśniowa (sprawność manualna) jest osłabiona przez narkozę gazu obojętnego, ale zazwyczaj tylko na większych głębokościach niż opisane powyżej upośledzenie funkcji intelektualnych. Koordynację nerwowo-mięśniową często ocenia się na podstawie testów na płytkach z wyciętymi otworami, do których należy dopasować kołeczki o odpowiednim kształcie.

Narkoza gazu obojętnego na ekstremalnych głębokościach powietrznych

Oddychanie powietrzem na głębokościach większych niż 91 msw (300 fsw) powoduje od-

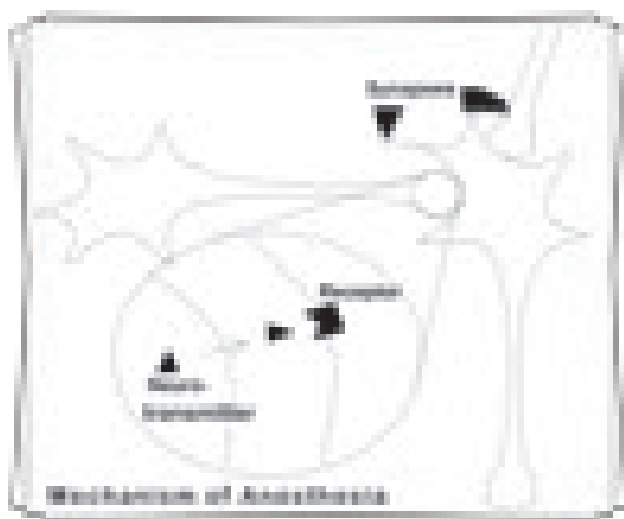
mienne stany świadomości, w tym stany maniakalne lub depresyjne, halucynacje, zaburzone poczucie czasu i utratę przytomności.

Termoregulacja

Oprócz oczywistych oddziaływań narkozy na aktywność mózgu, w wyniku zmian w układzie nerwowym pojawiają się zmiany w innych czynnościach organizmu. Szczególnie ważne dla nurków, ale mniej powszechnie znane, jest spowodowane przez narkozę gazu obojętnego zaburzenie fizjologicznej i behawioralnej kontroli temperatury rdzenia ciała (tj. termoregulacji). Narkoza redukuje dreszcze, a tym samym ogranicza wytwarzanie ciepła przez organizm (tj. termogenezę), główną ochronę przed wychłodzeniem ciała. W rezultacie narkoza pozwala na szybszy spadek temperatury rdzenia ciała niż można by oczekiwać podczas przebywania w zimnej wodzie. [Mekjavic i inni, 1995] Ponadto, pomimo chłodzenia rdzenia ciała, w przypadku narkozy odczuwalny komfort cieplny jest większy, niż bez jej działania. [Mekjavic i inni, 1994] W rezultacie nurek może nie odczuwać zimna i nie podejmować działań w celu zmniejszenia strat ciepła (tj. termoregulacji behawioralnej), co może doprowadzić do wychłodzenia

Mechanizm anestezji na skutek narkozy gazu obojętnego

Jest oczywiste, że objawy i symptomy narkozy gazu obojętnego wynikają ze zmiany funkcjonowania układu nerwowego. Jak wcześniej zauważono, oddychanie powietrzem na głębokościach większych niż 91 msw (300 fsw) może powodować chwilową utratę przytomności. Na znacznie większych głębokościach powietrze spowoduje całkowite pozbawienie przytomności (anestezję, jak podczas zabiegu chirurgicznego). W istocie wiele gazów obojętnych może spowodować znieczulenie, każdy taki gaz ma specyficzną siłę działania anestetycznego. Na przykład przybliżone ciśnienie parcjalne, potrzebne do spowodowania efektu znieczulającego, w przypadku azotu wynosi 33 ATA, dla argonu 15 ATA, dla tlenu azotu wynosi 1,5 ATA, a dla halotanu - 0,008 ATA. [Smith 1986] Niektóre gazy obojętne, zwłaszcza hel i neon, nie mają praktycznego potencjału znieczulającego. Ze względu na podobieństwo do znieczulenia, objawy narkozy gazu obojętnego są obecnie powszechnie uznawane za objawy zbliżone do działania gazów znieczulających w małych dawkach (tj. do stanu początkowego znieczulenia). Stopień narastania narkozy wzrasta, gdy ciśnienie parcjalne wdychanego gazu obojętnego zbliża się do poziomu anestetycznego.



Różne gazy obojętne i anestetyczne wywołują identyczną narkozę

Efekt narkotyczny wywołany przez gazy obojętne i inne anestetyki jest identyczny. W specyficznym badaniu, dotyczącym narkozy u małą lub ludzi, argon, azot, tlenek azotu i inne anestetyki ogólnie dają takie same skutki, chociaż przy różnych ciśnieniach cząstkowych. W badaniach laboratoryjnych, w celu symulacji narkozy azotowej, stosowany był tlenek azotu, który jest wystarczająco silny by wywołać narkozę na powierzchni.

Mechanizm, za pomocą którego wszelkie anestetyki, w tym gazy obojętne, powodują znieczulenie, nie jest całkowicie zrozumiały. Jednak powszechnie przyjmuje się, że miejscem znieczulenia i narkozy są synapsy w ośrodkowym układzie nerwowym. Większość leków wpływających na układ nerwowy działa poprzez modyfikację chemicznej transmisji synaptycznej. Anestetyki zwiększają działanie różnych inhibitorów neuroprzekaźników, zwłaszcza GABA, na ich specyficzne receptory post-synaptyczne, co prowadzi do zmniejszenia częstotliwości występowania potencjałów czynnościowych. Taka depresja czynności ośrodkowego układu nerwowego powoduje ostatecznie znieczulenie. Synapsy przenoszą wiadomości między neuronami. Sygnały w mózgu są przenoszone wzdłuż neuronów w postaci potencjału elektrycznego, nazywanego potencjałem działania.

Sygnały są przesyłane przez synapsy między neuronami za pomocą chemikaliów zwanych neuroprzekaźnikami, uwalnianych w odpowiedzi na potencjał czynnościowy. Neurotransmitery łączą się ze specyficznymi receptorami białkowymi na neuronie post-synaptycznym lub docelowym. Niektóre neurony uwalniają neuroprzekaźniki hamujące, które zmniejszają wyzwalanie potencjału czynnościowego przez docelowy neuron, podczas gdy inne neurony uwalniają przekaźnik pobudzający, co powoduje, że neurony docelowe zwiększają wyzwalanie potencjału czynnościowego.



Korelacja Meyera-Overtona i hipoteza krytycznej objętości

Wczesne hipotezy mechanizmów znieczulenia poprzedzają odkrycie chemicznej transmisji synaptycznej. Najbardziej znana jest korelacja Meyera-Overtona, która powstała na przełomie stulecia. Meyer [1899], a później Overton [1902] zauważyli znacząco silną korelację między siłą działania anestetyku a jego rozpuszczalnością w oliwie z oliwek. Hipoteza Meyera-Overtona głosi, że znieczulenie występuje przy pewnym stężeniu molowym związku (anestetyku) w tłuszczu, zawartym w komórce. Rozwinięcie tej hipotezy zaproponował Mullins (1954), stwierdzając, że narkoza występuje, gdy objętość pewnego miejsca hydrofobowego, prawdopodobnie lipidowego, rozszerza się wskutek wychwytywania substancji obojętnej [Smith 1986]. Z obu tych hipotez wynika, że miejscem lipidowym jest błona komórek neuronalnych i że środki znieczulające działają przez rozpuszczenie w błonie komórkowej i zakłócają sterowane napięciem kanały jonowe, umożliwiające neuronowi przekazywanie impulsów elektrycznych.

Nie uważa się już, że kanały jonowe bramkowane napięciowo są miejscami znieczulenia, ponieważ wykazano, że wszelkie skutki znieczulenia na błonach neuronowych są fizjologicznie nieistotne. Znieczulenie może działać przez zajęcie kieszeni hydrofobowych wewnątrz białek receptora neuroprzekaźnika i nie jest zaskakujące, że istnieje silna korelacja pomiędzy siłami znieczulającymi a hydrofobizacją. Receptory są osadzone w błonie komórkowej, a związki lipofilowe szybko dyfundują

przez membranę i osiągają wysokie stężenie otaczając receptory. Dodatkowo, rozpuszczalne w lipidach związki łatwo przechodzą przez barierę krwionośną. Tak więc, zamiast wyjaśniać znieczulenie, hipoteza Meyera-Overtona wiąże się z narkozą, dostarczając użytecznych, niezależnych informacji. W istocie to właśnie niska rozpuszczalność helu w lipidach sugerowała pierwotnie, że jest to rozcieńczalnik gazowy o niskim potencjale narkotycznym [Behnke, i inni, 1935].

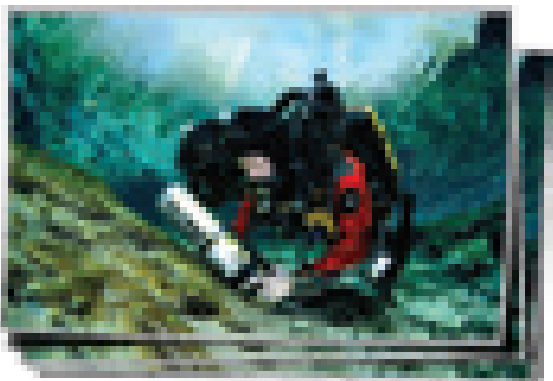
Narkoza spowalnia procesy przetwarzania



Wiele działań narkotycznych można przypisać do powolnego przetwarzania informacji w ośrodkowym układzie nerwowym. Spowolniony model przetwarzania jest użytecznym narzędziem do zrozumienia i badania narkozy [Fowler i inni, 1985]. Spowolniony proces przetwarzania sugeruje, że zmniejszenie stymulacji ze względu na właściwości znieczulające obojętnych gazów spowalnia przetwarzanie informacji w centralnym układzie nerwowym i prowadzi do pewnych modyfikacji zachowań, charakterystycznych dla narkozy

gazu obojętnego. Aby zrozumieć ten model, należy wziąć pod uwagę podstawowy model przetwarzania informacji, a następnie, jaki ma na to wpływ narkoza.

Model przetwarzania informacji



Przetwarzanie informacji odbywa się w szeregu etapów. Na przykład proste zadanie przetwarzania informacji, takie jak czas reakcji, obejmuje etap percepcji i oceny, etap podejmowania decyzji i etap efektorowy. Przykładem czasu reakcji jest opóźnienie pomiędzy zaświeceniem czerwonego światła stop podczas jazdy i zastosowaniem hamulców. Rozpoznanie czerwonego światła stop wśród tysięcy innych bodźców, występuje w fazie percepcji i oceny. Na etapie podejmowania decyzji pojawia się decyzja, czy hamować, z

uwzględnieniem prędkości obliczeniowej, odległości i prawdopodobieństwa kolizji. Aktywacja programów neuromotorowych do obsługi mięśni nóg występuje w fazie efektorowej. Istnieją trzy aspekty takiego systemu, na który może mieć wpływ narkoza. Pierwszym jest struktura systemu. Każdy etap występuje w innym obszarze mózgu, a narkoza może zaburzyć te obszary. Po drugie, funkcjonalnym aspektem tego modelu jest ogólna wydajność systemu ze względu na szybkość przetwarzania informacji na każdym etapie. W pewnych granicach, zmniejszenie prędkości obsługi informacji na każdym etapie osłabia wydajność. Po trzecie, strategia przetwarzania informacji obejmuje dystrybucję uwagi, kryteria podejmowania decyzji, strategię prób i zależność pomiędzy dokładnością a szybkością działania.

Komponent Funkcjonalny



Spowolnione przetwarzanie informacji z powodu narkozy gazu obojętnego jest oczywiste w testach laboratoryjnych funkcji poznawczych, w których zredukowana została liczba rozwiązanych problemów [Hesser, i inni, 1978; Fothergill, i inni, 1991] przy wydłużonym czasie reakcji [Hamilton, i inni, 1995; Fowler, i inni, 1986; Fowler i inni, 1993]. Znaczące dane eksperymentalne wskazują, że narkoza powoduje raczej ogólny deficyt funkcjonalny niż zniekształcenie komponentów strukturalnych. [Fowler, i inni, 1986; Fowler, i inni, 1985.] Ten deficyt funkcjonalny

można wytłumaczyć jako spowolnienie procesu przetwarzania na jakimkolwiek etapie, ze względu na zmniejszenie pobudzenia (tj. obniżony ogólny poziom aktywności mózgu) lub zmniejszenie aktywności (tj. zmniejszenie gotowości do aktywności). Uważa się, że narkoza może wpływać na wiele etapów przetwarzania. Testy czasu reakcji, w połączeniu z rejestrowaniem zdarzeń elektrycznych mózgu, wskazują, że spowolnienie procesów na skutek narkozy wydaje się obejmować zarówno spowolnienie etapu percepcji i oceny, jak i zmniejszenie gotowości ruchowej na późniejszym etapie. [Fowler, i inni, 1993]. Odczucie narkozy, spowodowane spowolnieniem przetwarzania, jest potęgowane przez działanie amfetaminy, która zwiększa pobudzenie i zmniejsza skutki narkozy, oraz przez działanie alkoholu, który zmniejsza pobudzenie i zwiększa skutki narkozy [Hamilton, i inni, 1989; Fowler, i inni, 1986].

Komponent strategiczny

Zmniejszenie dokładności w testach funkcji poznawczych przy narkozie [Moeller, i inni, 1981; Hesser, i inni, 1978; Fothergill, i inni, 1991] może wynikać ze strategicznych zmian w przetwarzaniu informacji, polegających na próbach wyrównania spowolnionych procesów. Strategiczną zmienną jest kompromis pomiędzy szybkością a dokładnością, a przesunięcie tej zmiennej może oznaczać, że dokładność zostaje poświęcona na rzecz próby utrzymania szybkości reakcji [Fowler, i inni, 1985; Hesser, i inni, 1978]. Interesujące, że taka technika szybkiego zgadywania została uznana za typową dla jednej populacji nurków zawodowych na powierzchni [Williamson, i inni, 1987].

MODYFIKACJA PROFILU NURKOWANIA

Ponieważ narkoza gazów obojętnych zależy od ciśnienia cząstkowego gazu narkotycznego, zależy ona również od głębokości. Jak już wspomniano, niektóre efekty są bardziej widoczne na płytkich głębokościach, a inne efekty stają się wyraźniejsze głębiej. Pojawienie się narkozy po wdychaniu gazu narkotycznego pod odpowiednim ciśnieniem cząstkowym jest szybkie, ale nie chwilowe. Czas do momentu wystąpienia narkozy powinien odzwierciedlać czas narkotycznego wpływu wywieranego przez gaz obojętny na mózg, a zatem może być scharakteryzowany za pomocą czasu oddziaływania na mózg i głębokości nurkowania. W przypadku typowych prędkości zanurzania, narkoza zacznie się podczas kompresji, osiąganego na głębokości 30 msw (100 fsw) lub wkrótce po osiągnięciu tej głębokości. Szybka kompresja może tymczasowo zwiększyć stężenie pęcherzyków dwutlenku węgla, co może nasilać narkozę, powodując chwilowy wyższy poziom narkozy.

Tlen

Teoretyczne i eksperymentalne dowody sugerują, że tlen jest także narkotyczny i powoduje obniżenie sprawności działania podobne do gazów obojętnych. Choć działanie toksyczności tlenowej w ośrodkowym układzie nerwowym uniemożliwia oddychanie czystym tlenem przy ciśnieniu cząstkowym wystarczająco wysokim, by powodować subiektywne odczucie narkozy, to tlen może

wywoływać zaburzenia funkcji kognitywnych sam (100% O₂), lub w mieszaninach gazowych, zawierających inny gaz narkotyczny. Koncepcja rozpuszczalności w tłuszczach przewiduje, że tlen może być dwa razy bardziej narkotyczny niż azot, podczas gdy testy funkcji poznawczych azotu wskazują, że tlen może być trzykrotnie bardziej narkotyczny niż azot [Hesser, i inni, 1978]. Dlatego warto rozważyć włączenie tlenu do wszelkich obliczeń ekwiwalentnych głębokości podczas planowania nurkowania na mieszankach gazowych.

Dwutlenek węgla

Dwutlenek węgla wywołuje postać narkozy, która jest nieco inna od narkozy gazu obojętnego i prawdopodobnie obejmuje inny mechanizm [Hesser, i inni, 1978; Fothergill, i inni, 1991]. Podczas gdy obojętny gaz wpływa negatywnie zarówno na szybkość, jak i na dokładność w testach funkcji poznawczych, dwutlenek węgla ma tendencję do zmniejszania jedynie prędkości, bez wpływu na dokładność. Dwutlenek węgla jest stosunkowo silniejszy niż gazy obojętne w zmniejszaniu koordynacji nerwowo-mięśniowej. Dwutlenek węgla jest narkotyczny przy bardzo małym ciśnieniu cząstkowym pęcherzyków i może oddziaływać samodzielnie lub w połączeniu z narkotycznym gazem obojętnym. Wzrost stężenia pęcherzyków dwutlenku węgla od normalnego poziomu, czyli 5,6 - 6,1 kPa do 7 - 8 kPa, powoduje znaczne działanie narkotyczne. Ilość pęcherzyków dwutlenku węgla może łatwo wzrosnąć do tego poziomu z powodu oporów oddechowych sprzętu niskiej jakości, dużej gęstości mieszanin gazów oddechowych zawierających azot na większej głębokości, martwych przestrzeni sprzętu oddechowego lub niewystarczającej wentylacji płuc. Na przykład nurek płynący w szybkim, równomiernym tempie i oddychający poniżej 15 litrów na minutę (BTPS), może być narażony na ryzyko wystąpienia stężenia pęcherzyków dwutlenku węgla, osiągającego poziom narkotyczny z powodu nieodpowiedniej wentylacji pęcherzykowej.

Niepokój

Nieliczne dowody sugerują, że lęk może nasilać narkozę. Jest na to kilka eksperymentalnych dowodów: gorsze wyniki testów w warunkach otwartego morza sugerowały, że powodem jest obawa, większa niż w przypadku badań w komorze. W jednym z badań opisujących skutki narkozy w teście przeprowadzonym w zimnej otwartej wodzie na 30 msw (100 fsw) stwierdzono podwyższony poziom adrenaliny i noradrenaliny w moczu (co jest objawem stresu) u osób z największymi zaburzeniami funkcji poznawczych i dezorientacją, wywołanymi przez narkozę [Davis, i inni, 1972].



Pobudzenie: zmęczenie, leki, alkohol

Według modelu narkozy gazów obojętnych, bazującego na spowolnionym procesie przetwarzania, każdy stan, który wpływa na poziom pobudzenia, spowoduje zmianę narkozy. Oczekuje się, że zmęczenie będzie wzmacniać narkozę, i istotnie tak jest. Jak wcześniej opisano dla amfetaminy i alkoholu, wszelkie leki powodujące zwiększenie lub zmniejszenie pobudzenia mogą oddziaływać z narkozą.

Tolerancja

Tolerancja leków jest zjawiskiem zmniejszonego działania leku z powodu wielokrotnej ekspozycji.

zycji na ten lek. W kontekście narkozy, rozwój tolerancji oznaczałoby zmniejszone działanie narkotyczne gazu obojętnego, wynikające z powtarzanych ekspozycji na ten gaz podczas nurkowania, ale nie jest to widoczne, ponieważ powtarzane ekspozycje podczas nurkowania nie zmniejszają obiektywnych oddziaływań behawioralnych, wynikających z narkozy gazu obojętnego. Pięć kolejnych, codziennych nurkowań powietrznych w komorze do 7 ATA powoduje takie samo obniżenie sprawności, w porównaniu z testami kognitywnymi, czasu reakcji i testami manualnymi dla 1,3 ATA, [Moeller i inni, 1981]. Kołysanie ciała (tj. miara zatrucia), wzrasta podobnie jak podczas narkozy przy 5,5 ATA w porównaniu z 1,3 ATA przez 12 kolejnych codziennych nurkowań powietrznych. [Rogers i Moeller, 1989] Wynika z tego jednoznacznie, że nie rozwija się tolerancja na narkotyczne działanie gazów obojętnych. Powtarzające się ekspozycje podczas nurkowania nie zmniejszają działania narkotycznego gazów obojętnych.

Adaptacja subiektywna

Adaptacja to dostosowanie organizmu do jego otoczenia. W przypadku narkozy adaptacja stanowiłaby zmianę zachowań, które umożliwią poprawę wyników. Powtarzane nurkowanie powoduje dysocjację behawioralnych i subiektywnych komponentów narkozy. Nie jest jasne, czy jest to prawdziwa tolerancja czy adaptacja. Podczas pięciu kolejnych nurkowań do poziomu 6,46 ATA na powietrzu, czas reakcji nie poprawia się w stosunku do 1 ATA, ale subiektywna ocena narkozy się zmienia. Ogólne szacunki nasilenia narkozy zaczynają spadać podczas trzeciego nurkowania w ciągu dnia, podobnie jak identyfikacja reakcji ciała/umysłu związanych z zatruciem. Jednakże badane osoby nadal opisują ich zdolność do pracy jako równie zaburzoną [Hamilton, i in., 1995]. Jest oczywiste, że użycie intensywności wrażeń odczuwania zatrucia jako wskaźnika skuteczności działań po wodą jest niewłaściwe.

Specyficzna adaptacja i indywidualna zmienność

Wśród nurków jest głęboko zakorzenione przekonanie, że niektóre osoby mogą skutecznie działać na głębokości i doświadczenie zdobyte podczas głębokich nurkowań poprawia ich sprawność. W istocie, podobnie jak w przypadku jakichkolwiek zjawisk biologicznych, istnieje indywidualna zmienność podatności na narkozę, ale kwestia czy specyficzna adaptacja do narkozy istotnie występuje w przypadku powtarzających się ekspozycji, jest spekulatywna. Zmniejszenie subiektywnych odczuć zatrucia może pozwolić na lepsze skupienie się na zadaniu. Niektórzy ludzie mogą przyjmować bardziej odpowiednie strategie adaptacyjne, aby poradzić sobie z narkotycznością i ich doświadczenie może pomóc w identyfikacji takich strategii. Możliwe jest kontrolowanie dokładności testów podczas narkozy, pozwalając jedynie na spowolnienie szybkości działania [Fowler, i inni, 1993], a więc potencjalną strategią adaptacyjną może być wybór odpowiedniego kompromisu dokładności na rzecz prędkości. Jedną z najwcześniejszych obserwacji narkozy polega na tym, że umyślnie powolne ruchy mogą zmniejszyć upośledzenie nerwowo-mięśniowe [Behnke, i inni, 1935].

PODSUMOWANIE I STRATEGIE PRAKTYCZNE

Niektóre gazy obojętne mają właściwości znieczulające. Narkoza jest skutkiem oddychania tymi gazami w dawkach sub-anestezyjnych i jest nieuniknioną konsekwencją nurkowania na powietrzu głębiej niż na 30 msw (100 fsw). Możliwym wyjaśnieniem wpływu narkozy na zachowanie jest spowolnienie przetwarzania informacji w centralnym układzie nerwowym, często w połączeniu z przesunięciem prędkości i dokładności działania, przez co nurek jest bardziej narażony na błędy. Subiektywne odczucia narkozy gazów obojętnych obejmują zatrucie i powtarzane nurkowania mogą te odczucia zmniejszyć. Obiektywne testy laboratoryjne wykazały, że narkoza wywołuje spowolnienie i niedokładność funkcji kognitywnych, spowolniony czas reakcji i zmniejszenie koordynacji nerwowo-mięśniowej. Wydajność takich testów nie poprawia się przy wielokrotnym nurkowaniu. Rzadziej dostrzegane działanie gazu obojętnego powoduje obniżenie termoregulacji, co może powodować

większe straty ciepła podczas nurkowania. Ponieważ retencja dwutlenku węgla, lęki i zmęczenie potęgują narkozę, narkoza może narastać podczas nurkowania bez dalszej zmiany głębokości.

Mogą istnieć strategie zwiększające skuteczność działania podczas narkozy. Chociaż charakter takich strategii jest nieznan, niektóre kwestie są warte rozważania. Po pierwsze, trzeba sobie zdawać sprawę, że narkoza zmniejsza wydajność podczas nurkowań na powietrzu, głębszych niż 30 msw (100 fsw). Ponadto, dzięki subiektywnej adaptacji, niewłaściwe jest użycie intensywności zatrucia jako wskaźnika bezpieczeństwa i skuteczności pod wodą. Po drugie, doskonale opanowane umiejętności są mniej narażone na zaburzenia na skutek niewłaściwego przetwarzania informacji. Co więcej, subiektywna adaptacja może mieć wartość, zwłaszcza w celu wykonywania perfekcyjnie wyuczonych zadań. Z drugiej strony, adaptacja subiektywna nie ma żadnego znaczenia dla nowych sytuacji, lub sytuacji wymagających przetwarzania lub myślenia kognitywnego (tj. zarządzania gazem lub obliczania dekompresji). Po trzecie, jeśli jakieś zaburzenia wydajności spowodowane są niewłaściwym kompromisem pomiędzy szybkością a dokładnością, szkolenie może pozwolić na wdrożenie bardziej odpowiednich strategii przetwarzania informacji. Wreszcie należy uznać, że takie strategie mogą poprawić wyniki przy umiarkowanych poziomach narkozy, ale raczej nie chronią przed silniejszymi zaburzeniami na skutek skrajnej narkozy.

Zdecydowanie najlepszym wyborem jest uniknięcie narkozy, tam, gdzie jest to wykonalne i gdzie można zwiększyć bezpieczeństwo. Na poziom narkotyczności wpływa przede wszystkim ciśnienie parcjalne wdychanego azotu i tlenu. Innymi słowy, narkoza zależy od głębokości i mieszanki gazów oddechowych. Zastosowanie helu dla częściowego lub całkowitego zastąpienia azotu, jako rozcieńczalnika gazu oddechowego, zmniejsza lub eliminuje narkozę gazu obojętnego, a dzięki mniejszej gęstości gazu oddechowego, zmniejsza poziom narkozy spowodowany nadbudową dwutlenku węgla.

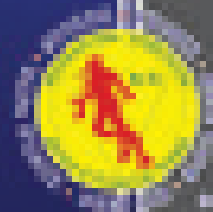




CHAPTER 5

DECOMPRESSION SICKNESS

by David Sawatzky, M.D.



30 YEARS
OF
DIVERS

© Dolphin Eye



ROZDZIAŁ 5 – CHOROBA DEKOMPRESYJNA

David Sawatzky, M.D.

Zakładamy, że większość nurków jest dość dobrze zaznajomiona z chorobą dekompresyjną (DCS), dlatego pominiemy tu informacje podstawowe. Aby jednak zrozumieć i docenić czynniki ryzyka DCS, musisz zrozumieć “patofizjologię” DCS. Warto myśleć o DCS jako kontinuum “kompresja / choroba”. Jeśli nie ma nurkowania, nie ma kompresji. Krótkie i płytkie nurkowanie powoduje pewną kompresję ciała spowodowaną dodatkowym rozpuszczonym gazem obojętnym, ale nie towarzyszą jej żadne objawy. Głębsze i dłuższe nurkowanie może powodować łagodne objawy, lub objawy ze względu na większe obciążenie gazem, bezpośrednio lub pośrednio. Objawy te nie wymagają leczenia, nie powodują trwałych uszkodzeń i nazywane są “stressem dekompresyjnym”. Przykłady stresu dekompresyjnego obejmują swędzenie skóry, łagodne zaczerwienienie fragmentów skóry bez bólu lub obrzęku, “skurcze” (tzn. przejściowe bóle stawów i mięśni) oraz zmęczenie nieproporcjonalne do sytuacji, które często jest związane z dużą liczbą pęcherzyków wewnątrznaczyniowych. Poważniejsze nurkowania mogą prowadzić do objawów, które, jeśli nie zostaną poddane terapii, powodują łagodne trwałe uszkodzenie. Nazywamy to łagodną postacią choroby dekompresyjnej (tj. tzw. DCS typu I: wysypka i opuchlizna skóry, twarzy i kończyn, obrzęk węzłów chłonnych, bólem stawów i kończyn, itd.). Jeszcze dłuższe i głębsze nurkowanie może powodować poważne objawy i znaczne uszkodzenia, nawet jeśli są leczone. Nazywamy to poważną chorobą dekompresyjną, DCS typu II, lub neurologicznym DCS centralnego układu nerwowego i ośrodkowego układu nerwowego (mózgowy i rdzeniowy), DCS układu sercowo-naczyniowego/płucnym i / lub chorobą dekompresyjną ucha wewnętrznego. Na końcu skali znajduje się śmierć w wyniku choroby dekompresyjnej. Jest to dziś bardzo rzadkie zjawisko, ale wciąż



występujące, w przypadku pominięcia równowartości kilku godzin wymaganej dekompresji.

Pierwszą i najważniejszą zasadą jest to, że im więcej obojętnego gazu znajduje się w ciele na końcu nurkowania, tym większe ryzyko DCS. Dlatego też każdy czynnik zwiększający ilość gazu obojętnego w ciele na końcu nurkowania, zwiększy też ryzyko DCS. Jest kilka czynników drugorzędnych, którym przyjrzymy się w dalszej kolejności.

Wchłanianie i wydalanie gazu obojętnego jest ograniczone przez “dyfuzję” i “perfuzję”. Uważamy, że w zdecydowanej większości krwi, przechodzącej przez naczynia włosowate płuc, następuje wymiana gazowa w pęcherzykach (skoro odnosi się to do tlenu i dwutlenku węgla, dlaczego nie miałyby to dotyczyć również gazu obojętnego), a także w tkankach, przez kapilary tkanki. Zatem wchłanianie i eliminacja gazu obojętnego są przede wszystkim określone przez przepływ krwi (tj. ograniczone perfuzją).

Patofizjologia to szczegółowe zmiany zachodzące w ciele podczas choroby. W DCS patofizjologia jest zrozumiała tylko częściowo, a to, co o niej wiemy, jest dość złożone. Wydaje się, że istnieją różne “procesy chorobowe”, które wszystkie określamy nazwą DCS.

RÓŻNE ODMIANY CHOROBY DEKOMPRESYJNEJ (DCS)

Najczęstsza forma DCS daje jedynie objawy bólowe (około 80% przypadków, w których nurkowie są uważnie nadzorowani i nie ma dalszych konsekwencji DCS, tzn. większość przypadków jest zgłoszonych i leczonych). Ból występuje zazwyczaj w stawach lub w ich okolicy, ale może pojawić się wszędzie, nawet w mięśniach brzucha. Natężenie bólu waha się od łagodnego do nieznosnego, jest on na ogół opisywany jako stały, głęboki i tępy. Może narastać na skutek ruchu, lub słabnąć przy lokalnym uciskaniu. Charakter bólu jest "inny", i jeśli ktoś doświadczył wcześniej DCS, łatwo rozpoznaje ten rodzaj bólu. Przyczyna bólu jest nieznana. Istnieje wiele teorii. Jedną z teorii jest to, że pęcherzyki powodują podwyższone ciśnienie w szpiku kostnym, wywołując niedokrwienie kości, a tym samym ból.

DCS LIMFATYCZNY

Limfatyczna postać DCS jest dość łatwa do zrozumienia. Pęcherzyki tworzą się w naczyniach limfatycznych i poruszają się po układzie limfatycznym, dopóki nie zostaną uwięzione w węzłach chłonnych. Osoba poszkodowana ma obrzęk i bolesność węzłów chłonnych, a skóra w okolicy węzła jest opuchnięta i napięta. Zwykle nie jest to bolesne. Objawy ustępują bez leczenia, prawdopodobnie nie powodując znacznych uszkodzeń, ale podjęcie leczenia przyspiesza ich ustąpienie.

DCS SKÓRNY

Skórna postać DCS również ma dość prosty mechanizm, choć w tej dziedzinie prowadzi się wiele dyskusji. Zaangażowany obszar skóry jest opuchnięty, bolesny i ma plamiste przebarwienia, opisane jako marmurkowanie. Nielezione objawy zwykle ustępują w ciągu kilku dni, bez znaczących trwałych uszkodzeń, ale leczenie powoduje szybką reakcję. Problemem jest najprawdopodobniej zablokowanie naczyń krwionośnych w skórze przez pęcherzyki. Niektórzy spekulują, że jest to wynikiem uszkodzenia mózgu, ale nie ma na to żadnych dowodów.

DCS CENTRALNEGO UKŁADU NERWOWEGO LUB MÓZGOWY

DCS centralnego układu nerwowego (CNS) lub mózgowy ma złożoną naturę. Wiele miejsc uszkodzenia mózgu oznacza, że możliwe są prawie wszystkie symptomy lub objawy. Poważne i trwałe uszkodzenia są wysoce prawdopodobne jeśli nie podejmie się leczenia, a nawet leczona, ta forma DCS wiąże się z licznymi powikłaniami. Nadal dyskutowana jest dokładna patofizjologia. Jedną z teorii, zwłaszcza w odniesieniu do choroby dekompresyjnej związanej z lataniem (DCS lotniczy), polega na tym, że pęcherzyki tworzą się w tkance tłuszczowej mózgu. W wyniku saturacji tłuszcz zawiera około pięciokrotnie więcej azotu niż woda. Mózg składa się z dużych ilości tłuszczu. Wznoszenie się na wysokość oznacza dekompresję, a zatem tłuszcz będzie zawierał duże ilości nadmiarowego azotu. Objawy CNS są stosunkowo częste w lotniczym DCS i rzadsze w nurkowaniu. Jest to do przewidzenia, ponieważ tkanka tłuszczowa ma tendencję do stosunkowo słabego dopływu krwi, przez co podczas nurkowania powoli wchłania azot. Druga teoria, dotycząca symptomów i objawów CNS, odnosi się do pęcherzyków, które przedostały się z krwi żyłnej, powodując zatory gazowe (AGE).

CNS RDZENIOWY

Osoba z DCS rdzeniowym wykazuje osłabienie lub całkowity paraliż i brak czucia lub osłabienie czucia w nogach. Często nie może oddawać moczu, traci kontrolę nad jelitami. Występują bóle pleców i bóle brzucha. Unikalny charakter krążenia w kręgosłupie polega na tym, że krew płynie z naczyń włosowatych do sieci małych żył, wszystkich o tej samej wielkości (naczynia włosowate w reszcie ciała łączą się z żyłami, których rozmiar stopniowo wzrasta). Badania na zwierzętach wykazały, że pęcherzyki gromadzą się i zatrzymują w tych "systemach żylnych", co utrudnia cyrkulację, pozbawiając w ten sposób rdzeń kręgowy tlenu i składników odżywczych. Oczywiście konieczne jest jak najszybsze

leczenie.

DCS PŁUCNY

Płucny DCS wynika z zablokowania przepływu krwi w płucach przez pęcherzyki gazu. Kiedy człowiek ma duży nadmiar gazu obojętnego w ciele, jest on transportowany przez krew w żyłach do serca, a następnie do płuc, w których pęcherzyki zostaną uwięzione, ponieważ są zbyt duże, aby mogły przejść przez kapilary. Nie jest to problemem dla większości ludzi, ponieważ w spoczynku cała krew pompowana przez serce przechodzi tylko przez 10% kapilar w płucach. Jeśli więc zablokowanych zostanie 10% naczyń włosowatych, kolejne 10% otworzy się i umożliwi przepływ krwi. Zablokowane pęcherzyki powoli ulegają wysycaniu i znikają w ciągu około 45 minut. Człowiek jest całkowicie nieświadomy tego procesu, dopóki ponad 90% naczyń włosowatych płuc nie ulegnie zablokowaniu. Wtedy ciśnienie w tętnicach płucnych wzrasta, płuca wypełniają się płynem, a taka osoba ma duże trudności w oddychaniu. Serce nie może pompować wystarczającej ilości krwi przez zatkane płuca, człowiek doznaje wstrząsu i zwykle umiera. Ważnym pytaniem jest “ile pęcherzyków potrzeba, aby wywołać ten problem?” W roku 1929 Clark wprowadzał powietrze do peryferyjnej żyły psa z szybkością 50 ml na minutę, dopóki nie wstrzyknął w sumie 2,0 litrów powietrza. Na psie nie zrobiło to kompletnie żadnego wrażenia. Dlatego też wiemy, że do spowodowania DCS płuc potrzeba “kilka litrów gazu”. Jedynym sposobem na wytworzenie tak wielu pęcherzyków jest pominięcie kilku godzin dekompresji. Dlatego DCS płuc rzadko występuje w nurkowaniu.

DCS UCHA WEWNĘTRZNEGO

DCS ucha wewnętrznego (przedsionkowy) jest spowodowany powstawaniem pęcherzyków w uchu wewnętrznym. Pęcherzyki najprawdopodobniej uszkodzają membranę między endolimfą i perylimfą, co pozwala im się mieszać. Taka osoba doświadcza nagłych silnych zawrotów głowy, szumu w uszach, nudności, wymiotów i utraty słuchu. DCS ucha wewnętrznego jest rzadki i zwykle związany z przełączaniem gazu na głębokości. Słabo reaguje na leczenie ale nie powinien stanowić problemu dla większości nurków technicznych. Uważa się, że bąbelki powstają z powodu “kontrdyfuzji gazów obojętnych” i zostało to zaobserwowane także w sytuacjach, gdy nurkowie nie zmieniali głębokości. Dalsze omówienie tego problemu leży poza zakresem niniejszego podręcznika.

PROBLEMY Z PĘCHERZYKAMI

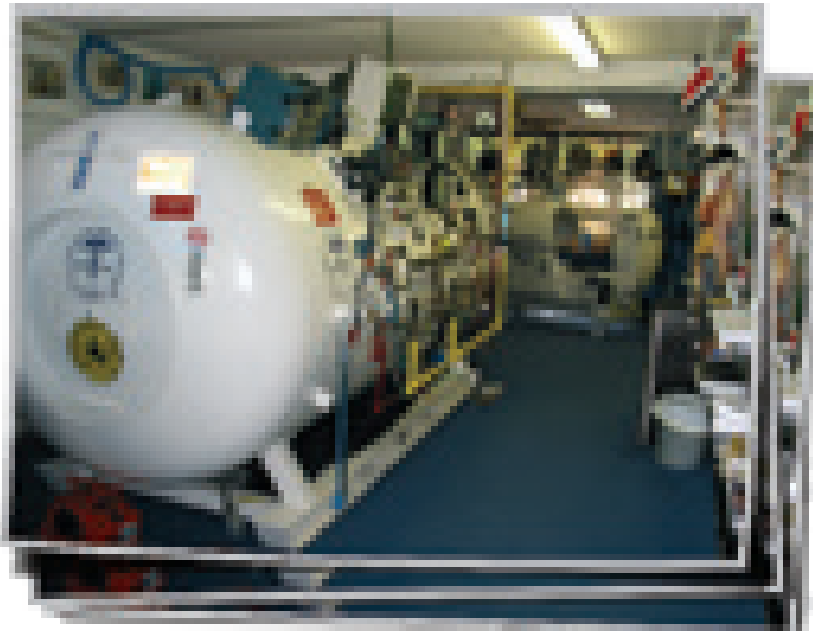
Co można ogólnie powiedzieć o patofizjologii DCS? Pęcherzyki wydają się być niezbędnym “pierwszym krokiem”. Niemal wszystkie przypadki DCS, w których nurek był monitorowany rejestratorem Dopplera, wykazały dużą liczbę pęcherzyków wewnątrznaczyniowych. Jednak tylko u 5-10% nurków z dużą liczbą pęcherzyków wewnątrznaczyniowych, rozwijają się symptomy lub objawy DCS.

W niektórych formach DCS bąbelki stanowią bezpośrednią przyczynę objawów, powodując niedrożność naczyń (DCS płucny i rdzeniowy). Jest bardzo mało prawdopodobne by pęcherzyki formowały się w tętnicach, ponieważ ciśnienie w tętnicach jest o 100 mmHg wyższe niż ciśnienie w jakimkolwiek innym miejscu w ciele. Co ważniejsze, krew w tętnicach (z wyłączeniem tętnicy płucnej, która zawiera krew żylną), pochodzi właśnie z płuc, gdzie wyładowuje się nadmiar gazu obojętnego, a zatem krew tętnicza nie zawiera nadmiaru gazu obojętnego, potrzebnego do utworzenia pęcherzyków. Jeśli jednak pęcherzyki mogą ominąć filtr płucny i przejść bezpośrednio z żył do tętnic, mamy do czynienia z pęcherzykami gazu tętniczego oraz symptomami i objawami neurologicznego DCS (CNS). Jest to prawdopodobne w przypadku PFO (otwór w sercu, tzw. przetrwały otwór owalny), ale możliwe także w innych sytuacjach. Wydaje się to ważną, ale stosunkowo rzadką przyczyną problemów u nurków. Jednakże każda osoba, która podejmuje nurkowania, podczas których pojawia się istotne ryzyko wystąpienia dużej liczby pęcherzyków wewnątrznaczyniowych (ciężko jednoznacznie określić kiedy takie ryzyko zachodzi, ale należy wziąć pod uwagę nurkowania wymagające dekompresji

powyżej 30 minut), powinna ustalić, czy ma otwarty przetrwały otwór owalny (echokardiogram wykonany po wstrzyknięciu gazu do żyły obwodowej i zwiększeniu ciśnienia poprzez wykonanie manewru Valsalvy wykazuje pojawienie się pęcherzyków gazowych).

Pęcherzyki wewnątrznaczyniowe mogą być tylko wskaźnikiem znacznego nadmiaru gazu obojętnego. Pęcherzyki formujące się w tkankach mogą powodować symptomy i objawy związane ze zniekształceniem tkanek. Jest to całkiem prawdopodobne w lotniczym DCS neurologicznym. Jest to również prawdopodobne przy DCS ucha wewnętrznego. Niektórzy uważają, że pęcherzyki w tkankach powodują występujące samodzielnie objawy bólowe w wyniku ucisku na nerwy lub ścięgna. Jednak mimo usilnych starań pęcherzyki te nigdy nie zostały zidentyfikowane, więc inne wyjaśnienia wydają się bardziej prawdopodobne (np. zwiększone ciśnienie śródszpikowe).

Innym sposobem, w jaki pęcherzyki wewnątrznaczyniowe mogą powodować symptomy i objawy DCS, jest interakcja z innymi elementami we krwi. Ciało atakuje bąbelki za pomocą płytek krwi, krwinki czerwone zlepiają się, aktywują się białe krwinki, a czasami włącza się układ odpornościowy. Badania DCIEM i Uniwersytetu Toronto sugerują, że aktywacja układu odpornościowego jest niezbędnym "drugim krokiem" w DCS. Symptomy lub objawy DCS rozwijały się tylko u tych zwierząt, które miały dużą liczbę pęcherzyków wewnątrznaczyniowych i system odpornościowy aktywowany przez te pęcherzyki, tego konkretnego dnia. Niektóre testy z udziałem ludzi wykazują podobne wyniki. W związku z tym, w przypadku najpopularniejszych form DCS, zanim rozwiną się symptomy lub objawy DCS, potrzebujemy dużego obciążenia gazem obojętnym, co odzwierciedla duża liczba pęcherzyków wewnątrznaczyniowych oraz aktywacja systemu odpornościowego przez te pęcherzyki. DCS może być w istocie traktowany jako reakcja odpornościowa/reakcja na stan zapalny.



CZYNNIKI RYZYKA

Teraz spójrzmy na każdy z czynników ryzyka dla DCS i zbadajmy, jak ujawniają się ich objawy. Przyjrzyjmy się również, jak możemy zmniejszyć ryzyko wystąpienia DCS we wszystkich nurkowaniach.

Zaobserwowano stosunkowo dużą liczbę czynników zwiększających ryzyko wystąpienia DCS. Dla danego profilu nurkowania, im krótszą dekompresję wykonujesz, tym większe ryzyko DCS. To proste. Mniejsze wysycenie gazów podczas dekompresji oznacza, że więcej gazu obojętnego pozostanie w organizmie po zakończeniu nurkowania. Jednocześnie krótki przystanek, poniżej pierwszej

wymaganej głębokości przystanku dekompresyjnego, zmniejsza prawdopodobieństwo powstania pęcherzyków podczas dekompresji. Korzystne jest również stosowanie gazu dekompresyjnego z mniejszą zawartością gazu obojętnego (nitrox lub czysty tlen), ponieważ podczas każdej minuty na przystanku dekompresyjnym wyeliminowane zostanie więcej gazu obojętnego.



ĆWICZENIA PRZED NURKOWANIEM

Wyczerpujące ćwiczenia przed nurkowaniem powodują podwyższenie tętna przez kilka godzin (zwiększenie wchłaniania gazu obojętnego podczas nurkowania). Może to także generować dużą liczbę jąder gazowych (zwiększona liczba pęcherzyków po nurkowaniu). Intensywne ćwiczenia mogą spowodować u nurka zmęczenie, w związku z czym nurkowanie będzie wymagało od niego więcej wysiłku niż gdyby był dobrze wypoczęty (podwyższone tętno podczas nurkowania i zwiększone wchłanianie gazu obojętnego). Może to również spowodować uszkodzenie tkanek (nadmierny wysiłek mięśni), a tym samym zwiększyć ryzyko reakcji zapalnej / immunologicznej.

Intensywny wysiłek podczas nurkowania powoduje podwyższone tętno, a tym samym zwiększone wchłanianie gazu obojętnego (więcej gazu obojętnego w ciele nurka na końcu nurkowania). Umiarkowany wysiłek (łatwo osiągnąć pobór O₂, ok. 2,0 litra na minutę) podczas nurkowania trzykrotnie zwiększa wymaganą ilość dekompresji w porównaniu do bardzo zrelaksowanego nurkowania! Na tej samej zasadzie, stres, strach i niepokój zwiększają tętno i mają ten sam skutek. U nowych nurków ryzyko DCS jest większe, podobnie jak u nurków, którzy podczas nurkowania podlegali stresowi lub wysiłkowi.

POZIOM SPRAWNOŚCI FIZYCZNEJ

Bardziej sprawny fizycznie nurek będzie miał niższe tętno podczas nurkowania i mniej krwi pompowanej przez płuca, a więc także mniejsze wchłanianie gazu obojętnego niż nurek mniej sprawny fizycznie.

DOŚWIADCZENIE

Doświadczenie daje ten sam efekt. Doświadczony nurek powinien być bardziej efektywny podczas nurkowania i wkładać w nie mniej wysiłku. Powinien też być znacznie bardziej odprężony i mieć niższe tętno. Tytułem wyjaśnienia: w rzeczywistości nie jest to kwestia tętna, ale sprawności serca (ilości krwi, którą serce pompuje). Ogólnie rzecz biorąc, tętno odzwierciedla wydolność serca.

ĆWICZENIA PO NURKOWANIU

Ćwiczenie po nurkowaniu jest trochę bardziej złożone. Jeśli w organizmie nurka nie pęcherzyków, ćwiczenia nie powinny mieć wpływu. Jednak wysiłek fizyczny wykonywany w momencie gdy w organizmie znajdują się pęcherzyki gazu, powoduje „spienienie” tych pęcherzyków, co wydaje się wiązać ze zwiększonym ryzykiem DCS. Te spienione pęcherzyki powodują zwiększenie ilości gazu w organizmie i wzrost prawdopodobieństwa reakcji ze strony systemu odpornościowego. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, iż ten czynnika ryzyka ma istotne znaczenie. Już w 1873 r. dr A. Smith, z Brook–lyn Bridge Caisson Physicians zalecał: „ćwiczyć jak najmniej w ciągu pierwszej godziny po wyjściu i położyć się w miarę możliwości”. Pracownicy ksenonowi wykonywali „nurkowania”,

które obecnie są uważane za bardzo stresujące i powinny powodować powstanie wielu pęcherzyków wewnątrznaczyniowych. Po pierwszej godzinie liczba pęcherzyków wewnątrznaczyniowych powinna być znacznie niższa. Ta sama rada jest aktualna również dzisiaj. Kiedy wykonasz stresujące / wymagające wysiłku nurkowanie i istnieje obawa, że masz dużo pęcherzyków, odpoczywaj przez pierwszą godzinę po nurkowaniu. Usiądź i zjedz lunch, zanim zaczniesz nosić twiny do samochodu.

ZMĘCZENIE

Zmęczenie przed nurkowaniem spowoduje większe obciążenie wysiłkiem, wyższe tętno i więcej gazu obojętnego podczas nurkowania. Zimno podczas dekompresji zmniejszy przepływ krwi do ramion i nóg. Dlatego podczas dekompresji zostanie usunięte mniej gazu obojętnego, a nurek będzie miał więcej gazu obojętnego w ciele na końcu nurkowania. Dlatego, jeśli nurek odczuwa zimno, należy wykonać dłuższą dekompresję, aby uniknąć DCS!



ODWODNIENIE

Odwodnienie jest głównym czynnikiem ryzyka. Wszyscy nurkowie podlegają odwodnieniu podczas nurkowania z różnych powodów, w tym diurezy zanurzeniowej, diurezy spowodowanej zimnem, suchego gazu oddechowego, pocenia się, itp. Niektórzy nurkowie umyślnie doprowadzają do odwodnienia przed nurkowaniem, aby nie musieli oddawać moczu w mokrym lub suchym skafandrze. Odwodniony nurek będzie miał mniejsze krążenie krwi i wysycanie gazu będzie mniej efektywne, a w efekcie więcej gazu obojętnego pozostanie w ciele na końcu nurkowania. Dlatego przed nurkowaniem należy pić dużo płynów; zalecane są roztwory elektrolitów, takie jak Gatorade, ponieważ ich picie sprawia, że więcej wody pozostaje w ciele, a podczas nurkowania organizm produkuje mniej moczu

CHOROBA

Choroba jest czynnikiem ryzyka DCS. Każdy nurek, który jest chory z powodu infekcji jest bardziej narażony na DCS. Zwykle taka osoba jest zmęczona, ma podwyższone tętno, często jest odwodniona i ma podrażniony system odpornościowy, który został "uzbrojony" do aktywacji przez pęcherzyki. Zgodnie z niepublikowanymi obserwacjami dotyczącymi danych z DCIEM, organizm palacza ma większą skłonność do produkcji pęcherzyków niż u osoby niepalącej. Może to być spowodowane chemicznymi zmianami w ciele, wywołanymi paleniem, uszkodzeniem płuc na skutek palenia, lub może to odzwierciedlać niższy poziom sprawności u palaczy.

LEKI I ŚRODKI FARMAKOLOGICZNE

Leki i środki farmakologiczne mogą zwiększać, zmniejszać lub pozostawać bez wpływu na ryzyko DCS. Każdy lek, który zwiększa tętno, powinien zwiększyć ryzyko wystąpienia DCS. Każdy lek, który stymuluje działanie CNS powinien zwiększyć ryzyko wystąpienia toksyczności tlenowej. Każdy narkotyk, który spowalnia działanie CNS, powinien zwiększyć poziom narkozy gazu obojętnego. W przypadku większości leków ich wpływ na ryzyko DCS jest nieznan

OTYŁOŚĆ

Otyłość jest trudna do oceny. Tłuszcz nie będzie znacząco wpływał na ilość gazu obojętnego podczas pojedynczego, krótkiego nurkowania, ale może stać się ważnym czynnikiem ryzyka DCS podczas serii nurkowań wymagających wysiłku, lub na wysokości. Osoby otyłe mają zazwyczaj niższy poziom sprawności fizycznej, co zwiększa ryzyko wystąpienia DCS. Jednak u osoby otyłej tłuszcz będzie pomagał w utrzymaniu ciepłoty ciała podczas dekompresji, zmniejszając tym samym ryzyko wystąpienia DCS. Idealny nurek zimnych wód ma minimalną nadwagę, ale utrzymuje wysoki poziom sprawności fizycznej.

POSIADANE POWAŻNE RANY I OBRAŻENIA CIAŁA

Posiadane poważne rany i obrażenia ciała zwiększają ryzyko wystąpienia DCS w uszkodzonym obszarze jeszcze przez wiele lat. Jest to najprawdopodobniej efekt tkanki bliznowatej i zaburzonego przepływu krwi w tym obszarze. Jeśli miałeś DCS, który został wyleczony do całkowitego ustąpienia objawów, a potem ponownie w ciągu najbliższych kilku miesięcy wystąpi u Ciebie DCS, niemal na pewno będziesz mieć objawy choroby dekompresyjnej w tym samym obszarze. Nawet jeśli u pacjenta na skutek leczenia ustąpiły wszystkie objawy, tkanki są nadal uszkodzone, a przepływ krwi ulega zmianie. Do pełnego wyzdrowienia potrzeba miesięcy lub lat.

WIEK

U starszych nurków ryzyko DCS jest większe niż u młodszych. Starsi nurkowie są na ogół mniej sprawni niż młodszy. Starsi nurkowie zazwyczaj mają zbyt dużo lub zbyt mało tłuszczu w ciele. Ale starsi nurkowie, dzięki posiadanemu doświadczeniu, są często bardziej zrelaksowani i efektywni. Starsi nurkowie często mają bardziej „inteligentne” podejście do nurkowania i decydują się na podejmowanie przemyślanych i mniej stresujących działań. Podobnie jak łagodna otyłość, także wiek jest bardzo złożonym czynnikiem ryzyka.

NURKOWANIE I LATANIE



Wznoszenie się do wysokości lub latanie po nurkowaniu podnosi ryzyko DCS, zwiększając ilość nadmiarowego gazu obojętnego w ciele. Ilość gazu obojętnego w ciele nie zmienia się przy wzroście wysokości, ale wraz z wysokością maleje ilość gazu obojętnego, który tkanki mogą „przyjąć” zanim nastąpi ich nasycenie. Tym samym w ciele pozostaje więcej „nadmiaru” gazu obojętnego.

Jeśli chodzi o lotniczy DCS, to kobiety wydają się wykazywać około dwukrotnie większą podatność od mężczyzn. Ryzyko może się różnić w zależności od fazy cyklu miesięczkowego, będąc czterokrotnie wyższe w okresie menstruacyjnym i równoważne tuż przed nim (średnio dwa razy wyższe od mężczyzn). Dane dotyczące nurkowania nie są wystarczające do wykrycia takiej niewielkiej różnicy, ale nie ma powodu, aby sądzić, że ryzyko DCS podczas nurkowania jest inne niż przy DCS lotniczym. Ten temat jest skomplikowany przez fakt, że kobiety mają zazwyczaj więcej tkanki tłuszczowej, mniejszą masę ciała i łatwiej marzną w porównaniu do mężczyzn. Jeśli jednak ryzyko DCS w nurkowaniu jest u kobiet nieco zwiększone, ma to niewielkie znaczenie praktyczne (tzn. inne czynniki ryzyka są dużo ważniejsze).



AKLIMATYZACJA

Wreszcie, czy szereg nurkowań “przygotowawczych” czy “aklimatyzacyjnych” zmniejsza ryzyko wystąpienia DCS? Ponowne badania przeprowadzone w DCIEM w celu wyjaśnienia tego zagadnienia dały jednoznaczne rezultaty. U większości osób, nurkowania przygotowawcze zmniejszyły wrażliwość ich układu odpornościowego na aktywację pęcherzyków. Jednak w przypadku niektórych osób ich system odpornościowy został “uwrażliwiony” na aktywację pęcherzyków. Dlatego też wydaje się, że większość osób faktycznie zmniejsza ryzyko DCS po serii nurkowań przygotowawczych, ale nie ma sposobu na stwierdzenie, czy ryzyko wzrasta lub spada dla konkretnej osoby. Szereg nurkowań zawsze wiąże się z możliwością gromadzenia resztkowego gazu obojętnego w wolnych tkankach. Najważniejszą zaletą nurkowania aklimatyzacyjnego przed „dużym” nurkowaniem jest to, że nurek będzie do niego lepiej przygotowany, a przez to również bardziej zrelaksowany. Dodatkową zaletą jest również upewnienie się co do kwestii prawidłowego działania sprzętu!

PODSUMOWANIE

Przed każdym nurkowaniem musisz zadbać o to, żeby dobrze wypocząć i prawidłowo nawodnić organizm. Unikaj palenia i wszystkich leków. Osiągnij i utrzymuj wysoki poziom sprawności fizycznej. Staraj się być wydajnym, spokojnym, bezstresowym nurkiem z odpowiednio dopasowanym i sprawnym sprzętem. W tym celu powinieneś nurkować regularnie i stopniowo rozwijać umiejętności przed przystąpieniem do bardziej zaawansowanych nurkowań. Jeśli coś pójdzie nie tak, co nieuchronnie kiedyś się zdarzy, zapamiętaj tę dyskusję i dostosuj swój plan nurkowania do omówionych tu czynników ryzyka, które się do Ciebie odnoszą. Prostym podejściem dla nurków, u których występuje większe ryzyko (np. mają powyżej 40 lat, a nie są sportowcami światowej klasy), jest nurkowanie na mieszankach Nitrox 32 lub 36 i odbycie bardziej konserwatywnej dekompresji dla profilu powietrznego. Wówczas ryzyko DCS staje się bardzo małe. Bądź realistą i nie neguj swoich ograniczeń. Zmień te rzeczy, które możesz zmienić i naucz się brać pod uwagę resztę podczas planowania nurkowania.

Łagodne objawy DCS mogą zamaskować bardziej poważne objawy, dlatego IANTD zaleca postępowanie w taki sam sposób, jak zawsze - podawać tlen i skonsultować się z lekarzem bez zwłoki! Jednym z największych czynników, od których zależy ostateczny sukces terapeutyczny, jest zminimalizowanie czasu pomiędzy początkiem objawów a terapeutyczną rekompresją.

CHAPTER 6

DIVING & PSYCHOLOGY

by Tom Mount, D.Sc., Ph.D.



30 YEARS
OF
DIVERSITY



ROZDZIAŁ 6 – NURKOWANIE I PSYCHOLOGIA

Tom Mount, D.Sc., Ph.D.



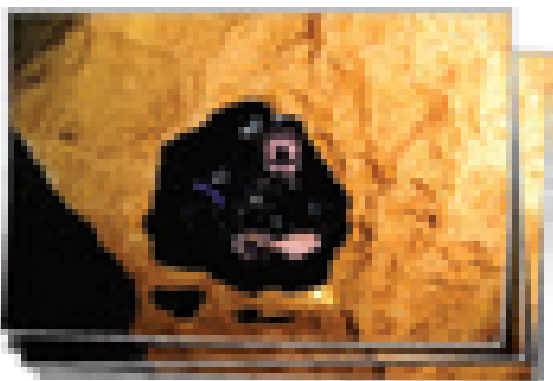
Za każdym razem, gdy człowiek poszukuje nowych środowisk, napotyka nowe wyzwania fizyczne i umysłowe i staje przed nowymi zagrożeniami. Aby sobie z nimi poradzić i je pokonać, musi się do nich dostosować i poznać nowe zachowania. W tym rozdziale omówimy niektóre ze sposobów adaptacji, dostosowania i modyfikacji zachowań, które odnoszą się do konkretnych wyzwań i wymagań nurkowania.

Postępy w technologii i planowaniu nurkowania umożliwiły nurkom osiągnięcie głębokości i czasów nurkowania, które jeszcze niedawno byłyby nie do pomyślenia. Ale jest cena, którą za to płacimy. Gdy nurkowie schodzą głębiej i docierają dalej, muszą być przygotowani do stawienia czoła zagrożeniom i wyzwaniom, towarzyszącym tym rozszerzonym granicom.

Dzisiejsze nurkowania eksploracyjne często przekraczają poziom komfortu nawet najbardziej doświadczonego i zahartowanego nurka. Pokonanie przez takich nurków fizycznych i umysłowych wyzwań jest kwestią modyfikacji zachowania - procesu, który wymaga od nurka rozwijania jedności umysłu, ciała i ducha.

Na sposób reagowania przez nurka na wymagania i zagrożenia ze strony środowiska wpływa wiele czynników. Czynniki te obejmują postawy, świadomość, sprawność fizyczną, samodyscyplinę i zdolność do oddzielenia naszej percepcji i wyobrażeń od rzeczywistości. Aby zrozumieć to zjawisko, zbadajmy różne bodźce umysłowe i fizyczne, które wpływają na postawę i wydajność nurka.

STRES PODCZAS GŁĘBSZYCH NURKOWAŃ

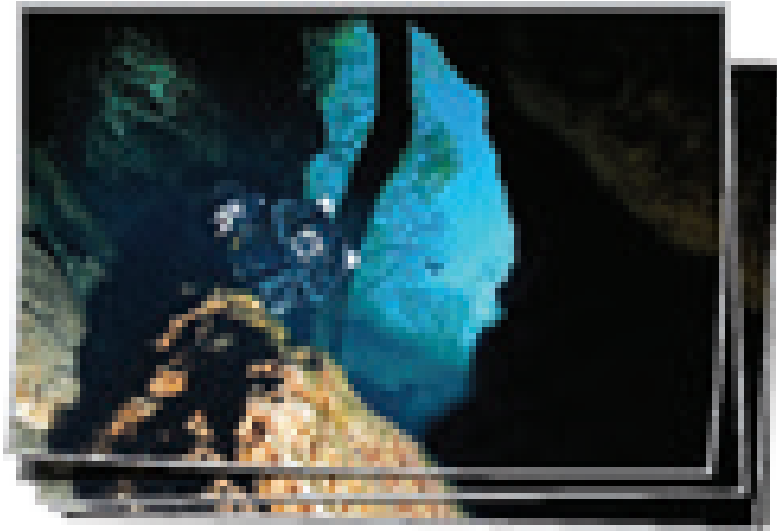


Stres odgrywa ważną rolę w naszych działaniach i reakcjach. Pod wodą, reakcja na stres wyznacza różnicę pomiędzy przyjemnym nurkowaniem a wypadkiem. Stres jest zjawiskiem, które, gdy wymknie się spod kontroli, może doprowadzić do paniki i spowodować wypadek. Nurkowie techniczni narażeni są na najbardziej znany rodzaj stresu mierzony przez psychologów.

Wraki i jaskinie reprezentują środowisko z sufitem (overhead). Oznacza to, że nie możemy uciec bezpośrednio na powierzchnię, jak w nurkowaniu bezdekompresyjnym i bez sufitu. Jaskinie i wraki są ciemne. Zazwyczaj przedstawiają nam "trudne" wybory. Podejmowanie decyzji o tym, które przejście lub zejście wybrać w pozornie niekończącym się labiryncie, może wywołać stres. Podczas przeglądu każdego ze źródeł stresu przekonamy się, jak te zagrożenia środowiskowe mogą się na siebie nakładać i sumować.

Presja czasu pojawia się w wielu scenariuszach. Przede wszystkim stres spowodowany presją czasu wiąże się z dopasowaniem zapasu gazu do czasu nurkowania. To przeradza się w poważny

problem, gdy plan nurkowania został przekroczony, a zapas gazu jest niewielki. Nieświadomy lub niedoświadczony nurek może dodatkowo potęgować problemy, oddychając w zwiększonym tempie. Presja czasu może jeszcze bardziej wzrosnąć, gdy nurek przyjrzy się „zegarowi dekompresyjnemu”.



Czynnikami stresu wywołanego presją czasu jest także odległość. Im większy dystans do otwartej wody, tym większy stres. Największym zagrożeniem w stresie związanym z odległością jest postrzegane presji czasu jako niebezpieczeństwa. W takim przypadku samo wyobrażenie jest zwykle większe niż rzeczywiste zagrożenie. Było wiele przypadków, kiedy nurkowie ulegli tak silnemu zdenerwowaniu, że zapomnieli o podstawowych i ważnych zasadach nurkowania.

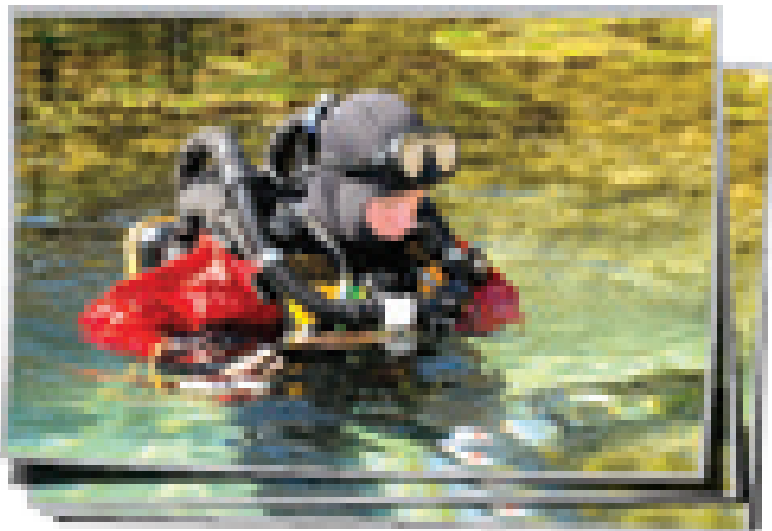
Przygotowanie do nurkowania może również powodować stres pod naciskiem czasu. Na przykład, jeśli jeden nurek już zdążył wejść do wody, a drugi z partnerów ma problem ze sprzętem i zdejmie go, żeby coś naprawić. Upływ czasu wywołuje stres u obu nurków - tego, który musi czekać, i tego, który powoduje opóźnienie, ponieważ muszą nadrobić zaległości.

Przestrzeń zamknięta jest oczywiście stresująca. Lęk przed zamknięciem zazwyczaj czai się w zakamarkach umysłu i włącza się, gdy pojawiają się inne rodzaje stresu. Ograniczenie drogi wyjścia potęguje stres wywołany czasem i odległością. Nurek musi wówczas przezwyciężyć odruch, który nakazuje mu wystrzelić w kierunku powierzchni. Sposobem na opanowanie reakcji w sytuacji stresu jest trening nurkowania w środowisku z sufitem, który zniechęca do myślenia o tradycyjnej „drodze ucieczki”. W ten sposób zarządza się stresem związanym z ograniczoną przestrzenią.



Stres wynikający z przeciążenia zadaniami pojawia się gdy nurkowie wykonują więcej zadań

niż w swoim odczuciu mogą wykonać. Nadmiar zadań może wystąpić, gdy nurek stara się wykonać trzy proste rzeczy na raz – poręczyć przy użyciu kołowrotka, płynąć prawidłowo z dwiema butlami i pozostać zrelaksowanym. Jeśli dodać do tego skuter podwodny (DPV) lub inne wyspecjalizowane działania, to nurek może mieć problem z prawidłowym wykonaniem wszystkich zadań. Zdobywając doświadczenie nurkowie uczą się zarządzać wieloma zadaniami z większą łatwością, ale za każdym razem, gdy dodaje się dodatkowe działanie lub odpowiedzialność, stres wzrasta.



Nieprawidłowe oddychanie wiąże się ze stresem. Niewłaściwy oddech wywołuje stres, ale stres spowoduje nieprawidłowe oddychanie i pogorszy stan nurka. Kiedy ten schemat zacznie działać, rozwija się błędne koło. Wzór jest często tak subtelny, że nurek może go nawet nie rozpoznać. Przykłady nieprawidłowego oddychania na skutek stresu obejmują hiperwentylację i przyspieszony oddech. Oba skutkują poczuciem niedostatku powietrza. Jest to często mylone z awarią regulatora. Nurek, który nie wydycha powietrza i stale wdycha je małymi porcjami, dopóki nie napełnią się płuca, często podejrzewa wadliwe działanie automatu.

Aby przełamać ten cykl, nurek musi być świadomy i odzyskać kontrolę nad oddechem. Nurkowie powinni ćwiczyć oddychanie przeponą i skoncentrować się na powolnym, głębokim oddechu, aż stanie się to odruchem. Kiedy nurek zaczyna odczuwać stres lub dyskomfort, ważne jest, aby zatrzymać całą aktywność, zrobić powolny wydech, a następnie wdychać powoli i głęboko. Ten wzorzec oddychowy powinien być powtórzony co najmniej trzy razy przed kontynuowaniem nurkowania. Następnie nurek powinien dalej oddychać powoli, przy użyciu przepony. Tą metodą można prawie zawsze złagodzić dyskomfort.

Dobrym sposobem uniknięcia stresu oddechowego jest wypracowanie takiego tempa pływania, które pozwala uzyskać akceptowalną prędkość poruszania, przy utrzymaniu prawidłowego, spokojnego oddechu. Przyspieszenie tempa pływania często prowadzi do niekontrolowanego oddechu i może powodować dyskomfort.

Nurkowie, którzy utrzymują dobrą kondycję fizyczną, odkrywają, że ciało jest jak kadłub łodzi. Gdy łódź osiągnie optymalną prędkość, podwojenie mocy powoduje niewielki wzrost prędkości. Ciało nurka zachowuje się podobnie. Ciało, jak kadłub, miewa różne kształty. Niektóre kształty przechodzą przez wodę łatwiej i szybciej niż inne. Przekroczenie prędkości optymalnej wymaga większej siły i daje minimalny wzrost wydajności. Powoduje za to powstanie niepożądanego stresu oddechowego.

W przeciwieństwie do łodzi, nurkowie mogą zmieniać kształt swoich “kadłubów”. Smukły profil zapewnia mniejszy opór i większą skuteczność. Nurkowie powinni utrzymywać smukłą sylwetkę poprzez ćwiczenia i odpowiednią dietę, ale smukły profil obejmuje również postawę podczas pływania (trym) i konfigurację sprzętu nurka.

Nieprawidłowa pozycja podczas pływania może prowadzić do stresu i wymaga więcej energii w celu utrzymania tempa. To zwiększone zapotrzebowanie na energię z kolei zwiększa wymagania stawiane naszemu układowi oddechowemu.

Wysiłek i brak równowagi cieplnej powodują stres, jeśli nurkowi jest zbyt gorąco lub zbyt zimno. Świadomy nurek powinien być w stanie kontrolować te czynniki stresu, po prostu przez monitorowanie poziomu komfortu i przy użyciu odpowiedniej ochrony termicznej.

Wybujale ego lub presja otoczenia są pośrednimi źródłami stresu, szczególnie jeśli powodują, że nurek podejmuje próby wykonania zadań, przekraczających jego możliwości lub poziom komfortu.

Dezorientacja jest zawsze problemem przy nurkowaniu w środowisku z sufitem lub na większych głębokościach. Większość środowisk z sufitem ma wiele przejść. Głębokość daje niewiele czasu na korektę błędów nawigacyjnych. Obydwa środowiska stwarzają możliwość zgubienia się. Właściwe wykorzystanie przyrządów nawigacyjnych, takich jak wizualne punkty odniesienia, kompasy, strzałki i poręczówki, może zmniejszyć stres wynikający z dezorientacji i ryzyka zgubienia. Jedną z głównych przyczyn zgonów w nurkowaniu w środowisku zamkniętym (z sufitem) jest odejście przez nurka od poręczówki.

Ciemność lub utrata widoczności powoduje stres związany z zaburzeniem percepcji. Może to wynikać z wadliwego działania latarki, słabej widoczności, zmętnienia wody lub osadów. Choć nie powinno to być istotnym problemem samo w sobie, to w połączeniu z innymi czynnikami wywołującymi stres i obniżającymi skuteczność działania, utrata widoczności może prowadzić do sytuacji zagrożenia.

Stres może również wynikać z problemów z pływalnością, nadmierną zależnością od innego nurka i rzeczywistego lub postrzeganego zagrożenia fizycznego. Wczesne rozpoznawanie oznak i objawów stresu może pomóc w zmniejszeniu, lub zapobiec eskalacji reakcji stresowej. Osobistymi wskaźnikami stresu są często niepokojące uczucia, niezwykle lęki, obawy czy drażliwość. Nasze intuicyjne przecucia usiłują nam powiedzieć, czy istnieje jakiś powód do stresu. Zestrojenie się z podświadomością jest ważną częścią bezstresowego nurkowania. Rozwój takiego poziomu świadomości wymaga szkolenia i korzystania z technik kontroli umysłu.

Kontrolę stresu można osiągnąć poprzez samoświadomość. Często zestresowany nurek nie jest świadomy wzrostu tempa oddychania. Nurek, który zauważa, że jego partner oddycha zbyt szybko lub nieregularnie, powinien natychmiast ostrzec go, aby na chwilę zatrzymał się, w celu uspokojenia oddechu. Aby kontrolować stres, musimy najpierw mieć jego świadomość, a następnie wykonać działanie korygujące. Jeśli chodzi o stres, pamiętaj, że choć jego przyczyna może być realna lub wyimaginowana, wyniki są równie niebezpieczne. Należy także pamiętać, że stres często manifestuje się przez zmianę oddychania.

Jako nurkowie musimy nauczyć się rozpoznawać niektóre typowe zmiany zachowań, które mogą powodować “ograniczenia mentalne”, lub ujmując rzecz bardziej dosłownie, brak umiejętności skupienia się na sprawnym rozwiązywaniu problemów. Zbyt mocno skoncentrowany nurek może zatracić zdolność do prawidłowej analizy sytuacji i wykonywania zarówno nowych, jak i dobrze znanych czynności. Ograniczenie mentalne może spotęgować problemy z powodu nieprawidłowego postrzegania obciążenia zadaniami. Tego typu zmiany zachowań, jeśli nie zostaną skorygowane, mogą

prowadzić do paniki.

Fizyczne reakcje ciała na stres i dyskomfort psychiczny mogą obejmować zwiększone tempo oddychania, przyspieszone tętno, nieprawidłowe uwalnianie adrenaliny oraz instynktowną reakcję ucieczkową.

Zapanowanie nad zmianami behawioralnymi i fizjologicznymi jest konieczne dla naszego bezpieczeństwa i przetrwania. W kontrolowaniu stresu pomagają: świadomość i wiedza, odpowiednie szkolenia oraz zastosowanie nowo zdobytych umiejętności. Ponadto musimy wypracować dyscyplinę wewnętrzną i właściwą postawę. Musimy być w stanie natychmiast rozpoznać prawdziwe zagrożenie i odróżnić je do wymyślnego. Musimy też nauczyć się błyskawicznie podejmować odpowiednie działania korygujące w celu uniknięcia katastrofy.

Świadomość jest rozwijana poprzez proces analizy, własnej i grupowej. Świadomość musi stać się automatyczna. Jednym z najlepszych sposobów na osiągnięcie tego celu jest wykorzystanie procesu wizualizacji umysłowej przed rzeczywistym nurkowaniem. Przeprowadzenie nurkowania „w głowie” może zwiększyć bezpieczeństwo nurkowania. Świadomość otwiera również zdolność umysłu do wykrywania odstępstw od planu i zmian w wykonywaniu nurkowań, które inaczej nie byłyby zauważalne dla ciebie i twoich partnerów. Podczas nurkowania okresowo zadawaj sobie pytanie: „Czy czuję się komfortowo? Czy wszystko jest w porządku?” Obserwuj partnerów i ich poziom komfortu oraz wsłuchuj się w zmiany tempa oddychania.

Potrzeba intensywnego, regularnie powtarzanego szkolenia wszystkich istotnych umiejętności staje się oczywista, gdy sytuacja krytycznie się zmienia. W sytuacji stresu, słabo wyuczone umiejętności mogą zawieść, lub zostać nagle zapomniane. Niezawodne są jedynie te umiejętności, które praktykujesz aż do momentu, kiedy staną się praktycznie instynktowne.

Pierwszym krokiem do kontroli stresu i modyfikacji zachowań powinien być osobisty program treningowy. Taki trening personalny powinien być prowadzony stale, ponieważ jest kluczem do bezpiecznego nurkowania. Stale ćwicz umiejętności praktyczne. W ramach treningu ćwicz skuteczne oddychanie. Ciągłe sprawdzaj i konfiguruj sprzęt nurkowy tak, żeby był łatwy w użyciu. Każdy element ma być dostępny i działać niezawodnie. Rutynowo sprawdzaj swoje umiejętności, a kiedy zmieni się twój obszar zainteresowań, zadaj o dodatkowe szkolenia. Wybierz partnerów, którzy dzielą twoje zainteresowania i cele szkoleniowe.

ZARZĄDZANIE RYZYKIEM

Skuteczne zarządzanie ryzykiem jest kluczem do dobrego nurkowania technicznego. Zarządzanie ryzykiem pomaga nurkom nauczyć się ustalania realistycznych celów. Mogą oni następnie zdecydować, jakiego rodzaju nurkami naprawdę chcą być - rekreacyjnymi, technicznymi czy eksploratorami.

Zawsze podkreślamy, że w nurkowaniu istnieje wiele zagrożeń. Istnieją również różne rozwiązania dla większości zagrożeń. Po zaakceptowaniu danego poziomu ryzyka, należy przemyśleć, na jakie kompromisy trzeba się zdecydować. Musisz dokładnie rozważyć kwestię bezpieczeństwa, rozpoznać potencjalne zagrożenia i korzyści, oraz przemyśleć jak sobie z nimi poradzić.

Do takich kompromisów należą różne czynniki, w tym wielkość zespołu nurkowego, konfiguracja sprzętu, możliwości, ryzyko dekompresyjne oraz poziom akceptowalnego dyskomfortu. Jako nurkowie techniczni, musimy przeanalizować te czynniki i określić granice naszych osobistych stref komfortu i kontroli. Wiele ścieżek doprowadzi do tego samego celu i w nurkowaniu eksploracyjnym, i w podejmowanym dla przyjemności. Najszybsza droga często niesie największe ryzyko, ale daje szybki efekt. Bardziej rozważna ścieżka może wymagać więcej czasu, by dotrzeć do tego samego miejsca,

ale zapewnia większe bezpieczeństwo. Wszystko sprowadza się do zarządzania ryzykiem i decyzji jakie ryzyko jesteś gotów zaakceptować.

Konfiguracja sprzętu może stanowić dobrą ilustrację procesu oceny i zarządzania ryzykiem. Pozwala nurkowi ocenić zalety i wady danego urządzenia, w odniesieniu do ogólnego bezpieczeństwa nurkowania.

Na przykład, im bardziej opływowa konfiguracja, tym większa efektywność w wodzie. Nasze zużycie gazu jest niższe, pływamy łatwiej i wydajniej, a nasza wytrzymałość się poprawia. Dlaczego więc nie wybierać zawsze maksymalnej wydajności? Ryzyko może spowodować, że część nurków konfiguruje sprzęt z dodatkowymi elementami, które mogą być przydatne w razie awarii. Na przykład jeden nurek może nurkować z pojedynczym kompensatorem pływalności, chociaż awaria BCD może uniemożliwić wynurzenie na powierzchnię. Inny nurek na to samo nurkowanie może zabrać zapasowe skrzydło, by zabezpieczyć sobie możliwość bezpiecznego wynurzenia, nawet jeśli tworzy ono niewielki dodatkowy opór i wzrost zużycia gazu.

Mając wybór, większość nurków preferuje konfigurację opływową, która zmniejsza opór. Ale jest szansa, że awaria pojedynczego skrzydła może zagrażać życiu. Rozsądnie jest w tej sytuacji poświęcić opływowość na rzecz redundancji. Decydując się na to, nurkowie powinni wziąć pod uwagę dodatkowe zużycie gazu, wynikające ze zwiększonego oporu i odpowiednio zaplanować jego zapas.

Musisz zadać sobie pytanie: "Jak często twoje BCD ulega awarii i czy jest to ryzyko na tyle istotne, aby wziąć je pod uwagę?" W ciągu ostatnich 5 lat miałem dwie awarie, które sprawiły, że moje BCD było absolutnie bezużyteczne do wynurzania. Widziałem też inne wypadki związane z uszkodzeniem BCD, skrzydła/inflatora. Te sytuacje przekonały mnie, że zdublowanie sprzętu było niewielką ceną za bezpieczeństwo. Jeśli zdecydujesz się korzystać z zapasowego BCD, poproś swojego instruktora, który pomoże Ci wybrać taki model, który w jak najmniejszym stopniu będzie zwiększał opór podczas płynięcia, a jednocześnie jego wyporność będzie wystarczająca by zapewnić ci neutralną pływalność.

Inne kwestie należy oceniać w podobny sposób. Niektórzy nurkowie używają dwóch manometrów wysokiego ciśnienia (SPG) przy swoim głównym źródle gazu. Inni uważają, że to zwiększa opór i ilość nadmiarowych elementów, i jeśli nawali manometr głównego źródła gazu - kończą nurkowanie. Biorąc pod uwagę ten wybór, wystarczy jeden manometr. W rzeczywistości wielu uważa, że dodatkowy SPG to tylko jedna rzecz więcej do stłuczenia. Ci, którzy czują, że zapasowy manometr jest im niezbędny, twierdzą, że bezpieczeństwo stanowi nadrzędną wartość. Wszystko sprowadza się do osobistego wyboru i komfortu.

Podczas konfigurowania sprzętu należy zwrócić uwagę na każdy element nadmiarowy. Pomysł "zabrania go ze sobą" musi się wiązać ze zwiększonym oporem. A zatem wybieraj uważnie. Realistycznie decyduj, co zapewni ci bezpieczeństwo, a co jest po prostu zbędne i zdublowanie tego jest redundancją dla zasady.

Istnieje wiele dodatkowych zagadnień dotyczących oceny ryzyka i zarządzania ryzykiem. Te tematy mogłyby wypełnić cały tekst. Mam nadzieję, że kilka wymienionych tu przykładów wystarczy, aby zachęcić do przemyśleń oraz rozpoznawania i oceny potencjalnego ryzyka podczas danego nurkowania.

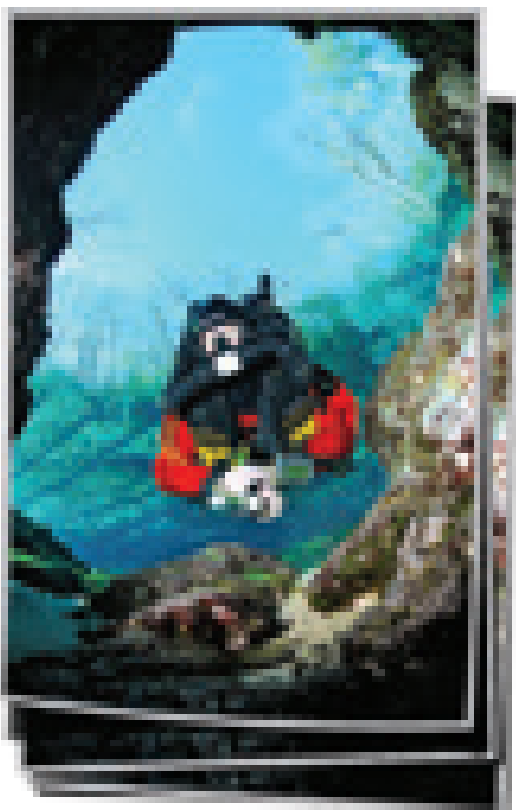
Wybierz poziom ryzyka, który możesz zaakceptować. Najlepszy jest taki wybór, który pozwoli ci przejąć kontrolę nad własnym przeznaczeniem. innymi słowy: "Tylko ty możesz oddychać dla siebie, pływać dla siebie i myśleć za siebie". Plan nurkowania, który zapewni ci bezpieczeństwo i przetrwanie, jest sprawą osobistego wyboru.

Bez względu na to, czy jest to twoje pierwsze czy tysięczne nurkowanie, podejście do zarządzania ryzykiem powinno być takie samo. Pierwszym krokiem jest sporządzenie listy wszystkich przewidywanych zagrożeń związanych z nurkowaniem. Następnie określ, jak każde ryzyko wpływa na bezpieczeństwo. Po drugie, przygotuj plan działania, aby poradzić sobie ze stresem podczas nurkowania. Po trzecie, określ, które ryzyko jest dla ciebie do zaakceptowania. Po czwarte, sprecyzuj swoje potrzeby w zakresie sprzętu (dla osiągnięcia założonego celu i bezpieczeństwa osobistego). Wreszcie opracuj plan operacyjny, uwzględniający wszystkie limity, które sprawiają, że będziesz się czuć komfortowo.

Niezależnie od tego, co zdecydujesz, spodziewaj się, że inni będą prawdopodobnie kwestionować Twoje decyzje. Debata na temat „zarządzanie ryzykiem a efektywność”, jest wieczna. Istnieją pewne minima, co do których wszyscy powinni się zgodzić, ale szczegółowe decyzje są całkowicie indywidualne.



MOŻLIWOŚCI NURKA



To właśnie punkt krytyczny bezpieczeństwa nurka. Istnieje wiele czynników, które przyczyniają się do tego i pomagają zwiększyć wydajność. Systemy wsparcia życia, konfiguracja sprzętu oraz redukcja możliwości awarii sprzętu, zwiększają bezpieczeństwo i poprawiają wydajność, ale to indywidualne możliwości nurka w rzeczywistości stanowią fundament bezpieczeństwa.

Aby omówić możliwości nurka, należy je zdefiniować. Możliwości to posiadane umiejętności lub kompetencje. Zawierają się w nich te cechy, które mogą być wykorzystane lub rozwinięte, a więc określające potencjał danej osoby. Posiadanie lub rozwijanie zdolności, wymaga kombinacji świadomości środowiska, umiejętnego i efektywnego pływania oraz szczegółowych technik nurkowania, właściwej postawy mentalnej i dobrej kondycji fizycznej. Istotną składową możliwości nurka jest doświadczenie.

Doświadczenie przyczynia się do rozwoju możliwości nurka poprzez częste praktykowanie poprawnych umiejętności i technik. Jednak

doświadczenie może mieć też negatywny wpływ, jeśli w początkach swojej kariery nurek nie zadbał o zbudowanie solidnych podstaw umiejętności, technik, postaw i świadomości ryzyka. Jeśli ktoś rutyno-

wo stosuje złe techniki, to po pewnym czasie te złe techniki są “doprowadzone do perfekcji” i stają się przeszkodą dla rozwoju nurka.

Rozwój możliwości nurka rozpoczyna się od pierwszych zajęć kursu open water i ewoluuje poprzez dalsze kształcenie oraz praktyczne zastosowanie zdobytych umiejętności i wiedzy. Ważne jest zatem, aby wstępne szkolenie było dokładne. Niestety, wielu instruktorów nurkowania, a nawet instruktorów trenerów i nurków na poziomie course director, nie ma dobrych podstaw w technice nurkowej.

Na kursach zaawansowanych i szkoleniach technicznych zdarza się dość powszechnie, że tzw. „doświadczonych instruktorów” trzeba reedukować i nauczyć prawidłowego sposobu pracy płetwami lub osiągnięcia właściwej postawy ciała. W wielu przypadkach osoby te dopracowały do perfekcji swoje złe techniki, którym czasami towarzyszy postawa “ponieważ jestem instruktorem, nie mogę nic zrobić źle”. W takich przypadkach trzeba rozwinąć technikę, przełamać stare nawyki i przede wszystkim zmienić postawę. W większości dyscyplin sportowych optymalne osiągnięcia są efektem doskonałego opanowania technik, a następnie decyzji o sięgnięciu po wynik. Technika jest wszystkim. Uczę również sztuk walki i jedną z najtrudniejszych rzeczy do przekazania ludziom jest to, że muszą być zrelaksowani, zrobić wydech podczas uderzenia lub przygotowania do przyjęcia trafienia, a także opracować odpowiednią technikę.

To samo dotyczy nurkowania: zrelaksowany i prawidłowy oddech, połączony z rozluźnionymi mięśniami podczas pływnięcia, zachowanie prawidłowej postawy, a nawet obliczanie ruchów, pozwalają poprawić wydajność. Na przykład ustawienie stopy podczas kopnięcia w ten sposób, że palce są obciągnięte ale stopa luźna, powoduje kolosalną różnicę w sile napędowej w technice kraula. W żabce znajomość techniki wyznacza różnicę między prawie całkowitym brakiem efektywności a silnym, skutecznym ruchem do przodu. Podczas pływnięcia żabką, bardzo ważną sprawą jest rozluźnienie, gdy nogi się rozchodzą, a następnie silne odepchniecie podeszwową częścią płetwy, dążąc do wyprostowania stóp, mocno naciskając palcami. Wtedy pojawia się największa siła napędowa skierowana do przodu. Kiedy nurek nie pracuje symetrycznie płetwami, nie wykorzystuje pełnego potencjału tej techniki. Nauka technik wynurzenia, zwłaszcza w suchym skafandrze, również zwiększa możliwości nurka.

Tak więc głównym celem kształcenia nurka na wszystkich poziomach jest zwiększenie jego możliwości w środowisku, którego dotyczy trening. Dodatkowe cele obejmują wybór i konfigurację sprzętu, by zwiększyć skuteczność działania. Jednak należy pamiętać, że wszystko to pójdzie na marne, jeśli nurek, który posiada możliwości nie będzie ich używać.

Kiedyś pewien instruktor dyskutował z dwoma instruktorami technicznymi o najważniejszych aspektach kursu technicznego. Najmniej doświadczony instruktor próbował wyjaśnić, że najważniejsza jest konfiguracja sprzętu. Instruktor weteran z 20-letnim stażem tylko się uśmiechnął, a następnie zaczął wymieniać wszystkie elementy, które musi opanować nurek techniczny, np. zarządzanie stresem, postawa ciała i zaawansowane umiejętności. Kontynuował wyliczanie przez około pięć minut. Na koniec nowy instruktor przyznał, że to możliwości nurka są najważniejszym celem, zaś zwiększenie efektywności jest sprawą wtórną. Zgodził się, że konfiguracja, choć dość ważna, mieści się w kategorii zwiększonej wydajności, i nie jest głównym celem programu szkoleniowego.

Dobry nurek, po opanowaniu techniki, musi także nauczyć się zarządzać stresem. Nurkowanie jest aktywnością, która odbywa się poza naszym naturalnym środowiskiem. Musisz przewidzieć, że któregoś dnia, w pewnym momencie podczas nurkowania, zdarzy się coś stresującego. Nurek przeszkolony w zarządzaniu stresem nie podda się stresowi, ale automatycznie odpowie działaniem korygującym. Aby zapewnić taki rodzaj reakcji, podczas szkolenia nurek musi być narażony na symulowane sytuacje, oparte na rzeczywistości. Najpoważniejsze problemy dotyczą

awarii gazu. Inne problemy obejmują awarię sprzętu, a co najważniejsze, błąd ludzki. Programy IANTD akcentują te obszary, ponieważ uważamy, że możliwości nurka są najważniejszym aspektem jego bezpieczeństwa.

Nurek o odpowiednich możliwościach ma solidną podstawę w formie opanowanych technik i umiejętności nurkowych. Stale kontynuuje swoją edukację w zakresie formalnych programów treningowych oraz samodzielnego doskonalenia. Ma właściwą postawę i zaufanie do samego siebie i swoich możliwości. Taki nurek definiuje osobiste limity bezpieczeństwa, wyznacza cele i kierunki rozwoju. Po zdobyciu odpowiednich możliwości, szuka sposobów, aby poprawić swoją skuteczność i jakość działania oraz zwiększyć w ten sposób swoje osiągnięcia, zachowując jednocześnie bezpieczeństwo.

Kilka lat temu, były wiceprzewodniczący Dan Quayle, został poproszony o wygłoszenie mowy w Alliance of Black Colleges and Universities. Jako jeden z tych, którzy często niechętnie przekręcają różne rzeczy, powiedział z całą uczciwością i szczerością: „To okropne, gdy ktoś straci rozum.” W rzeczywistości miał powiedzieć „To straszne gdy ktoś marnuje rozum”.



Mówiąc poważnie, nasze umysły są najsilniejszym posiadany przez nas narzędziem. Naukowcy wierzą, że moc umysłu może być nieograniczona. Mówią, że większość z nas korzysta z mniej niż pięciu procent potencjału mózgu. Wyobraź sobie na chwilę, co mógłbyś osiągnąć, gdybyś nagle zyskał możliwość korzystania z całego potencjału mózgu.

Myśli kierują naszą świadomością. Jesteśmy tym, o czym myślimy. Każdy z nas jest produktem swoich myśli. Nasze szczęście, sukces i zdrowie zależą od tego, co myślimy. Te wzorce myślowe zostały zakorzenione w naszych umysłach od chwili, gdy zaczęliśmy myśleć. Były kształtowane przez nasze wychowanie, przeszłe doświadczenia i wykształcenie. Jeśli chcemy poprawić siebie, pierwszym krokiem jest poprawa naszych przekonań, opinii i myśli.

Przez kontrolę umysłu uzyskujemy możliwość poprawy naszego życia. Brzmi prosto? I takie jest.

Jednak niewielu z nas rozwinęło dyscyplinę myślenia strategicznego. Wydaje się, że większość ludzi zaledwie reaguje na swoje środowisko. Liderzy, ludzie z wizją i umiejętnością świadomej oceny, kształtują swój świat. Jednak rozwijanie dyscypliny psychicznej i zdolności do myślenia strategicznego wymaga czasu. A przede wszystkim wymaga, żebyś wykorzystał swój umysł. Techniki ćwiczeń umysłowych, których używam, obejmują medytację, afirmacje, wyznaczanie celów, ćwiczenia oddechowe i koncentrację.

Dobra kondycja fizyczna ciała jest niezbędna do stworzenia zdrowego umysłu. Aby ciało mogło doświadczyć niezwykłego zdrowia, także umysł musi pozostać zdrowy. Umysł, ciało i duch pracują razem. My naprawdę jesteśmy tym, o czym myślimy. Z czasem możemy prawdopodobnie uczynić nasze życie takim, jakie chcemy, żeby było, używając kontroli umysłu. Niektórzy ludzie mówią o tym „wszystko co potrzebne”. Być może tak właśnie jest. Posiadanie wszystkiego co potrzebne oznacza zwiększenie pewności siebie. Oznacza też zdolność do osiągnięcia ważnych celów. Co więcej, oznacza

umiejętność przetrwania wyzwań psychicznych i fizycznych.

Przed nurkowaniem technicznym również musisz przygotować swój umysł. Musisz powiedzieć sobie: "Wchodzę. Postaram się zrobić wszystko dobrze. I wracam. Ze wszystkim sobie poradzę. Jestem do tego przygotowany, dokładnie odrobiłem zadanie domowe". Jest to ważne, ponieważ twój umysł musi być przygotowany aby dostosować się do zmian środowiskowych po rozpoczęciu nurkowania.



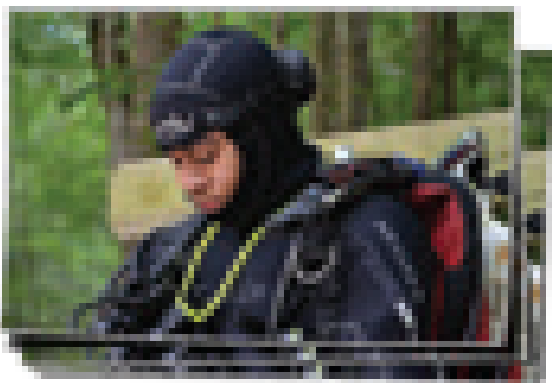
Istnieje wiele aspektów, które należy rozważyć. Często konieczne jest pokonanie przyswajanych od lat negatywnych przekonań. Wiara w siebie jest ważnym komponentem w podejmowaniu właściwej decyzji, szczególnie w obliczu nieprzewidzianych, niekorzystnych sytuacji. Pozytywny wizerunek i pewność siebie idą w parze.

Często w naszym społeczeństwie ludziom wmawia się czego nie mogą osiągnąć, zamiast mówić co mogą zrealizować. To działa jak „pranie mózgu”. Wielu ludzi żyje w strachu. Boją się nieznanego. Obawiają się opuścić swoje domy w nocy. Wszystko to są negatywne myśli. Kiedy byłeś młodszy, jak często ktoś ci powtarzał, że nie możesz zrobić tego czy tamtego, albo, że jesteś niedobry?

Takie stwierdzenia były do nas kierowane w wieku, w którym formowały się nasze poglądy i doświadczenia, przez co „osiadły” w naszych umysłach. Z biegiem czasu ten stan przekształcił się w system przekonań. Aby stworzyć pozytywny system przekonań, często konieczna jest zmiana tego, w co wewnętrznie wierzymy.

Jak sobie wcześniej powiedzieliśmy, dobry techniczny nurek, musi wypracować postawę „potrafię to zrobić”. Musimy zaprogramować nasze umysły. Możemy to osiągnąć dzięki technikom wizualizacji i afirmacji.

Te potężne mechanizmy zmieniają i poprawiają nasz system przekonań. Zapewniają również najbardziej jasne podejście, pomagające nam osiągnąć wszystkie nasze pożądane cele nurkowe. Jak stwierdził Henry Ford, „Jeśli uważasz, że możesz, lub myślisz, że nie możesz, w każdym przypadku masz rację”.



Jak mówi biblia: „Cokolwiek człowiek myśli, tak jest”. Całe nasze istnienie jest odbiciem tego, o czym myślimy. Nasze myśli są naszą rzeczywistością.

Wizualizacja jest doskonałym narzędziem do rozwijania kontroli umysłu i zmiany postaw. Proces jest dość prosty. Zamknij oczy i skup się na oddychaniu powoli i głęboko. Powoli odpręż się, rozluźnij każdy mięsień w ciele. Zaczynaj od stóp. Kiedy poczujesz, że stopy są odprężone, przenieś się do łydek. Następnie,

przesuwaj się powoli ku górze, wprowadzając w stan relaksu każdy fragment ciała i grupę mięśni, od

palców u nóg do czubka głowy. Gdy tylko poczujesz się całkowicie odprężony, uformuj obraz w twoim umyśle. Ten obraz może wiązać się z wykonywaniem danej umiejętności lub osiągnięciem celu. Są to pierwsze kroki, aby stać się panem samego siebie.

Większość mistrzów sportu i odnoszących sukcesy biznesmenów wykorzystuje wizualizację do zarządzania swoim życiem. Jest to tylko część ich programu szkoleniowego. Jeżeli chcesz osiągnąć większy sukces, zdecydowanie zalecamy rozpoczęcie programu rozwoju i kontroli umysłu, jeśli jeszcze tego nie robisz.

Aby wyobrazić sobie nadchodzące nurkowanie, skorzystaj z tej techniki relaksacyjnej i wizualizacji. Stwórz sobie w umyśle obraz całego nurkowania, od początku do końca. Uwzględnij wszystkich członków zespołu nurkowego. Wyobraź sobie, co możesz zobaczyć, a także jakie wyzwania możesz napotkać. Bądź dokładny. Wykonaj w myślach nurkowanie krok po kroku. Jeśli przećwiczyłeś nurkowanie mentalnie, to ciału będzie łatwiej je odtworzyć i prawidłowo wykonać.

Będąc w stanie relaksu możesz łatwo komunikować się z podświadomością. Jeśli twój umysł "mówi ci", że coś może pójść nie tak podczas nadchodzącego nurkowania, przeanalizuj to. Porozmawiaj z twoimi partnerami nurkowymi. Powiedz im co cię niepokoi. Wróć i ponownie przeprowadź nurkowanie w swojej głowie. Jeśli nadal odczuwasz "złe wibracje", rozwiąż problem lub zrezygnuj z nurkowania. Jeśli jesteś liderem zespołu, odwołaj nurkowanie.

Jest wiele programów, także w formie nagrań do samodzielnej nauki, które umożliwiają naukę technik wizualizacji. Obejmują one na przykład poprawę autoprezentacji, prawidłowe oddychanie, ustawienie celu i zwiększenie koncentracji. Takie nagrania są pomocą Ci rozpocząć, jednak w końcu będziesz musiał dostosować swoje szkolenie do konkretnych potrzeb. Nie ma kursów wizualizacji nurkowania. Możesz nauczyć się ogólnych technik wizualizacji, ale resztę musisz wykonać samodzielnie.

Wizualizacja przed nurkowaniem może trwać trzy minuty albo pół godziny. Im poważniejszy profil nurkowania, tym więcej szczegółów powinieneś uwzględnić w wizualizacji. Ja wyobrażam sobie wszystkie moje nurkowania. Kiedy to możliwe, staram się codziennie przeprowadzać jedną sesję medytacyjną. Zwykle odbywam średnio trzy sesje medytacyjne w ciągu tygodnia plus wizualizację przed nurkowaniem.

Po włączeniu programu medytacji do swojego stylu życia, poczujesz się bardziej zrelaksowany i lepiej będziesz reagować na stres. Powinieneś również natychmiast zauważyć poprawę jakości podczas nurkowania. Nurkując powinieneś czuć się bardziej zrelaksowany i mieć większe poczucie pewności. Stopniowo odkryjesz, że zmienił się nie tylko twój styl życia, ale również cały system przekonań.

Kiedy zaczniesz proces wizualizacji, bądź cierpliwy. Negatywne emocje lub poczucie braku sensu, które były częścią twojego życia od lat, nie mogą ulec zmianie w ciągu jednej nocy. Poprawa będzie stopniowa. Zanim zaczniesz się z tego śmiać lub odrzucisz ten pomysł, pamiętaj, że to działa. Używam tego procesu od lat, podobnie jak większość moich przyjaciół i partnerów nurkowych.

Wizualizacja pozwala zwiększyć wiarę w swoje możliwości. Pozwala zobaczyć swoje prawdziwe ja. Bycie uczciwym wobec samego siebie jest bardzo ważne, nie tylko w zakresie swoich umiejętności nurkowych, ale także we własnym życiu. Doskonale sprawdza się w rozwijaniu świadomości i stawaniu się bardziej intuicyjnym. Pozwala nam poznać samych siebie. Dla poważnego nurka, wizualizacja jest istotną częścią procesu planowania nurkowania. Jest to metoda, dzięki której możesz wejrzeć w siebie i podejmować życiowe decyzje. Co ważne, w tych momentach odkrywamy swoje prawdziwe uczucia co do znaczenia życia. Kiedy ukierunkujemy tę energię na planowanie

nurkowania, jesteśmy w stanie osiągnąć nowe poziomy doskonałości i kontroli.

Afirmacja polega na stwierdzeniu czegoś tak, jakby to się już stało. Jest to kolejny sposób komunikacji z podświadomym umysłem. Afirmacje mogą być wypowiedziane, pisane lub powtarzane podczas procesu wizualizacji. W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań nad skutecznym wykorzystaniem afirmacji. Psychiatrzy, psychologowie, osoby pracujące z ludźmi, korzystają obecnie z wyników tych badań. Oparto na nich wiele programów samodoskonalenia. Są one bardzo przydatne podczas procesu ustalania realistycznych celów i systemów przekonań.

Wербalne afirmacje są szybkie, korzystne i skuteczne. Odgrywają rolę wspomagającą proces przeprogramowania swojego umysłu. Pisemne afirmacje są jeszcze bardziej skuteczne niż werbalne. Pisanie tego, co chcesz osiągnąć to najlepszy sposób na dotarcie do podświadomości. Każdy czas jest dobry dla afirmacji, ale wielu badaczy stwierdza, że najlepszy czas to 30 minut przed zaśnięciem.

Warto pamiętać o prowadzeniu notatek, dotyczących swoich afirmacji. Najlepiej podzielić je na trzy sekcje. Najpierw ustal cele osobiste. Następnie zapisuj co wieczór kroki, które wykonałeś, aby osiągnąć każdy cel. Po trzecie, zapisuj afirmacje odzwierciedlające osiągnięcie indywidualnego celu. Wypowiadanie afirmacji podczas wizualizacji jest prawdopodobnie najlepszym sposobem na stworzenie dokładnie sprecyzowanego celu osobistego.

Właściwa postawa sprawia, że oczekujemy, iż nasze działania przyniosą pozytywne skutki. Nasze nastawienie powoduje, że otrzymujemy to, czego oczekujemy. Postawa odzwierciedla nasze "wewnętrzne ja". Sukces w nurkowaniu lub w biznesie jest po prostu odzwierciedleniem naszej postawy. Szczęście zdarza się, gdy gotowość spotyka się z okazją. Pozytywna postawa jest przyczyną powodzenia. Osoba o postawie zwycięskiej oczekuje sukcesu i go osiąga. Zwycięskie postawy nie zdarzają się tak po prostu. To my je tworzymy. Pamiętaj, żeby codziennie rozwijać i podtrzymywać dobre, pozytywne nastawienie.

Wraz z rozwojem naszych postaw zaczynamy się dowiadywać więcej o sobie samych. Stajemy się uczciwi wobec siebie i zaczynamy wierzyć w siebie. W miarę wzmacniania tej wiary, łatwiejsza staje się także samodyscyplina. Zwycięska postawa pomaga nam radzić sobie ze stresem. Co najważniejsze, pomaga nam pokonać niemożliwe!

Zwycięska postawa powoduje pozytywny przepływ energii życiowej. Jako nurkowie możemy osiągnąć więcej. Jako jednostki stajemy się szczęśliwsi. Pięć punktów Earla Nightingale'a, znanego motywatora, najlepiej wyjaśnia rolę postawy: "Jeśli chodzi o to, całe życie jest tylko kwestią myśli i przekonań. Po prostu urzeczywistniamy nasze myśli. Umysł jest w stanie osiągnąć wszystko, co może sobie wyobrazić i w co uwierzyć. Realistyczne przekonania mają źródło w myślach i są ulepszane przez ćwiczenia. W tym procesie niektóre drobne cele ewoluują, otwierając drogę do osiągnięcia głównych celów. Ostatecznie zostają osiągnięte cele długoterminowe."

Wszystkie najważniejsze filozofie i doktryny świata dzielą podstawowe przekonania. Biblia chrześcijańska mówi: "O cokolwiek prosisz, poproś o wiarę, a to otrzymasz". Jeśli zapytasz z niedowierzaniem lub masz wątpliwości, jest mało prawdopodobne, aby twoje prośby zostały spełnione. Konfucjusz ironicznie stwierdził: "Nie oczekuj od innych tego, czego sam nie chcesz dla siebie zrobić".

Taoizm uczy uniwersalnej dwoistości, Ying i Yang. Ponad dwa tysiące lat temu chiński filozof Lao Tzu zauważył: „Każdemu pozytywnemu działaniu towarzyszy pozytywna reakcja”. Nauczał również: "Jeśli drzewo nie ugina się z wiatrem, to się złamie". Dla nas oznacza to, że musimy otworzyć nasze umysły, być otwarci na nowe pomysły i być gotowi zmienić się na lepsze!

Henry Ford, podsumował ideę "wiary" najbardziej trafnie. "W rzeczywistości osiągamy to, w co wierzymy. Dotyczy to przetrwania lub sukces w każdym z przedsięwzięć życiowych. Naszą jedyną

granicą jest głębia naszych przekonań. Nasze przekonanie ma największy wpływ na tę wiarę. Jeśli nie wierzymy, że można to osiągnąć, nie osiągniemy tego, chyba że uda się nam zmienić nasze podejście”.

Materiały omówione w tym rozdziale pomogą ci rozwinąć pozytywny system przekonań. Rozwijając pozytywną postawę możemy zmieniać nasze wzorce myślowe, zmieniamy nasz system przekonań i zmieniamy nasze życie. Kiedy wierzymy, osiągamy wszystko, co zaplanowaliśmy, że zrobimy. Sukces, przetrwanie, szczęście, uczciwość, samodyscyplina i dobre relacje zależą od pozytywnej postawy.

Innym kluczowym składnikiem niezbędnym do sukcesu w nurkowaniu technicznym, lub w życiu ogólnie, jest wyznaczanie celów. Jest to proces definiowania celu, który chcemy osiągnąć. Sukces jest po prostu osiągnięciem naszych celów. Aby skutecznie wykorzystać technikę ustalania i realizacji celów, musimy wykonać proces trzyetapowy. Po pierwsze musimy dokładnie określić, czego chcemy. Po drugie, konieczne jest zdefiniowanie kroków prowadzących do osiągnięcia celu. Po trzecie, musimy rozwijać przekonanie o możliwości osiągnięcia celu.

Cele są osiągane krok po kroku, etapami. Kiedy osiągnęliśmy jeden etap, przejdźmy do następnego. Nasz system przekonań również rozwija się etapami, w miarę naszych działań. Kiedy umysł uwierzy w realistyczny cel, można go zrealizować. Kolejne kroki, podjęte w uporządkowanym postępie, pozwalają umysłowi w pełni wierzyć w sukces.

Dobrym pomysłem jest zapisanie swoich celów. W biznesie powszechne jest określanie długoterminowych celów. Cel długoterminowy jest następnie dzielony na cele krótkoterminowe, zazwyczaj cele roczne. Osiągnięcie każdego pośredniego celu przybliża sukces w postaci realizacji długoterminowego celu.

Ten sam proces działa w nurkowaniu, niezależnie od tego czy twoim celem jest być dobrym nurkiem czy eksploratorem ustanawiającym rekordy. Po zapisaniu, podświadomość zaczyna się programować. Wykorzystanie afirmacji i wizualizacji celu przyspieszy jego osiągnięcie. Po osiągnięciu wyznaczonego celu należy wyznaczyć nowe cele.

Zdolność do koncentracji jest talentem, który rozwija się głównie przez medytację. Można ją zwiększyć poprzez kilka prostych ćwiczeń. Jedno z najlepszych polega po prostu na obserwowaniu wskazówki sekundowej i skupieniu się na jej ruchu. Istotą do tego ćwiczenia jest odrzucenie wszystkich innych myśli, które mogą się pojawić podczas trwania zadania. Ten rodzaj kontroli ma zasadnicze znaczenie w sytuacji zagrożenia. Kluczem jest nauczenie się skupienia i kierowania umysłem w sposób wybiórczy.

Umiejętność przeżycia zależy od zdolności odrzucania negatywnych myśli. Nurek, który opanował zdolność koncentracji, może pokonać niemal wszystkie niebezpieczne sytuacje.

W warunkach stresu negatywne emocje i myśli wpływają na umysł. Jeśli pozwolisz tym negatywnym myślom się dożyć do głosu, wywołają niepokój, który będzie narastał i wzmacniał stres, co w konsekwencji może prowadzić do reakcji, które kończą się śmiercią.

Kilka lat temu, w jednym z czasopism nurkowych pojawił się artykuł, w którym chwalono zmarłego nurka. Pomińmy nazwę czasopisma i nazwisko nurka. W artykule opisano, że gdy znaleziono martwego nurka, trzymał on w ręce tabliczkę. Potem stwierdzono, że nurek napisał na niej dugi i piękny list do swoich bliskich. Wydarzenie przedstawiono jako wzruszającą historię miłości i troski o ludzi, których kochał. Choć jest godne podziwu, że ten człowiek poświęcił ostatnie chwile życia swoim najbliższym, to artykuł wywołał również inną myśl. Z opisu tragedii wynika, że nurek przestał walczyć. Być może zginął właśnie dlatego, że zrezygnował, zamiast próbować rozwiązać problemy. W tym przy-

padku jest całkiem możliwe, że gdyby nurek wykorzystał absolutnie cały czas na myślenie jak przeżyć – możliwe, że żyłby do dziś!



Kolejna opowieść dotyczy nurka jaskiniowego, który w późnych latach czterdziestych nurkował w popularnym miejscu nurkowym na północy Florydy. Jest ona dobrym przykładem zachowania człowieka zdyscyplinowanego i posiadającego silną wolę przetrwania. Nurek ten był w bardzo dobrej kondycji fizycznej i codziennie ćwiczył. W dniu wypadku nurkował z dwoma partnerami. Trzej nurkowie zostali rozdzieleni. Okazało się, że nurek utracił kontakt z resztą zespołu i stracił orientację gdzie jest.

Kiedy wreszcie zorientował się, gdzie się znajduje, był 610 m (2000 stóp) w głąb jaskini, miał zaledwie 27 barów (400 psig) w zestawie głównym i musiał pokonać odległość około 61 m (200 stóp) żeby dotrzeć do butli stage'owej. Kiedy znajdował się w połowie drogi, 30 m (100 stóp) od stage'a, zabrakło mu powietrza. Dzięki silnej woli, dobrej kondycji i chęci przetrwania nasz nurek przepłynął ostatnie 30 m (100 stóp) tylko z powietrzem w płucach.

Są dwa ważne punkty tej historii. Po pierwsze, zespół nurkowy pod każdym względem przestrzegał wszystkich zasad. To, co się stało, mogło się zdarzyć każdemu. Po drugie, nasz nurek przetrwał, ponieważ zachował przytomność umysłu walcząc ze stresem i paniką. Ani przez moment nie przestał myśleć! Przeanalizował sytuację i skoncentrował się na działaniu. A co najważniejsze, nie poddał się. Nie zatrzymał. Ciągle płynął i płynął, i w rezultacie nadal żyje i może opowiedzieć tę historię!

Jeśli wszystkie kroki i procedury opisane w tym rozdziale wejdą ci w nawyk, osiągniesz każdy cel, który ustalisz, pod warunkiem, że rozwiniesz pozytywne, realistyczne przekonanie, że możesz go osiągnąć. Samo mówienie "chcę to zrobić" nie wystarczy. Brzmi to podobnie do słów piosenki z Janis Joplin: "O Panie Boże, czy nie kupisz mi Mercedesa Benza?" Chęć i wiara to nie to samo.

Chęci nic nie dają. Wiara osiąga wszystko. Musisz zaprogramować swój umysł, aby uwierzyć. Musisz MYŚLEĆ i mentalnie obrazować cel w sposób ciągły. Musisz trenować i robić wszystko, co jest potrzebne, aby zrealizować swoje cele!

TRENING PRZETRWANIA

Samo stwierdzenie, że trening przetrwania jest niezwykle ważny, byłoby niewystarczające. W rzeczywistości jest on absolutnie konieczny, jeśli chcesz żyć dalej! Korzyści wynikające z odbycia treningu przetrwania są podsumowane w książce *Safe Cave Diving*, napisanej w 1973 r. Bob Smith stwierdził w niej: "Stojąc w obliczu śmierci lub dokonania rzeczy niemożliwych, niektórzy ludzie wybierają życie".

Trening przetrwania umożliwia nurkom zrozumienie bardzo trafnej wypowiedzi Boba. W rzeczywistości naucza on, jak skoncentrować umysł na pracy i działaniu, ukierunkowanym na to, by pozostać przy życiu, a równocześnie dokonać niezwykłych odkryć. A co najważniejsze, uczy cię, jak być fizycznie twardym i psychicznie zdyscyplinowanym przez zwycięską postawę.

Program ten dotyczy technicznych zagrożeń związanych z nurkowaniem zarówno na poziomie rekreacyjnym, jak i eksploracyjnym. Konieczne jest podejmowanie świadomych decyzji. Problem w postaci konieczności przebycia 610 m (2000 stóp) w środowisku z sufitem jest o wiele trudniejszy, niż ten sam problem w warunkach wody otwartej. Przeglądając wypadki nurkowe przekonujemy się, że nurkowanie techniczne w oczywisty sposób wiąże się z ryzykiem. Musimy być świadomi ryzyka i wiedzieć, jak je oceniać



Kilka lat przed śmiercią Sheck Exley przedstawił zalety, wynikające z rozbicia wypadków na etapy i analizowaniu mechanizmów, które spowodowały incydent. Większość wypadków jest wynikiem błędów nurka. Innymi słowy, twoje życie może zależeć od zdolności do szybkiego myślenia i zrobienia czegoś prawidłowo za pierwszym razem. Jeśli jesteś zmęczony lub zraniony, partner może przez chwilę pomóc ci płynąć a, jeśli to konieczne, podzielić się gazem. Jednak to ty jesteś jedyną osobą, która może naprawdę kontrolować oddech i emocje, i to od ciebie ostatecznie zależy czy zdołasz sam siebie uratować!

Aby reagować pozytywnie w obliczu zagrożenia fizycznego, przygotuj się do jak największej ilości różnorodnych niekorzystnych sytuacji, które potencjalnie mogą się zdarzyć i zagrozić twojemu życiu. Dobrym przykładem jest zdolność do przetrwania w przypadku rzeczywistej, nagłej konieczności podzielenia się gazem. W prawdziwym nagłym wypadku twój partner będzie znacznie dalej niż na wyciągnięcie ręki. Twój partner prawdopodobnie pływa i nie patrzy bezpośrednio na ciebie

Zwizualizuj sobie w myśli taki scenariusz: jesteś na głębokości 18 m (60 stóp). Wszystko poza twoim promieniem światła jest czarne. Co gorsza, masz 305 m (1000 stóp) do liny opustowej i w tym momencie doświadczasz całkowitego braku dostawy gazu. Być może masz awarię regulatora. Wyobraź sobie, że nie ulegasz panice. Wystarczy, że po prostu podpłyniesz nonszalancko do partnera i dotkniesz jego ramienia, aby zwrócić na siebie uwagę. On sygnalizuje: “Co się stało?” Ty jak zwykle pokazujesz znak: “Nie mam powietrza. Zauważyłeś, jak niebieska jest moja twarz?” On przyznaje, rzeczywiście nie wyglądasz najlepiej. Pytasz dyskretnie: “Czy mógłbyś podzielić się ze mną swoim powietrzem?”, na co on odpowiada: “Jasne, nie ma problemu!”

Dzielenie się gazem rzadko przebiega tak sprawnie jak powyższy scenariusz. W rzeczywistości dzielenie się gazem wymaga precyzyjnej pracy zespołowej. Wszyscy zaangażowani członkowie zespołu muszą znać swoje role i być w stanie wykonać je bez popełniania błędów. Życie nurka, który został bez gazu jest zagrożone, a być może także życie członków zespołu. Przecież to ich wspólne powietrze.

Najlepszym sposobem na to, by oddychanie partnerskie nie przerodziło się w koszmar, jest regularne praktykowanie ćwiczenia „brak powietrza”, które stymuluje stres “prawdziwej” sytuacji. Przed przystąpieniem do ćwiczenia dzielenia się gazem i umiejętności wstrzymania oddechu, kluczowego dla przetrwania, zacznij od pływania na określony dystans pod wodą bez oddychania. Jeśli jest to trudne, przypomnij sobie, jak ważne jest żebyś był w stanie poradzić sobie z uczuciem potrzeby zaczerpnięcia oddechu.

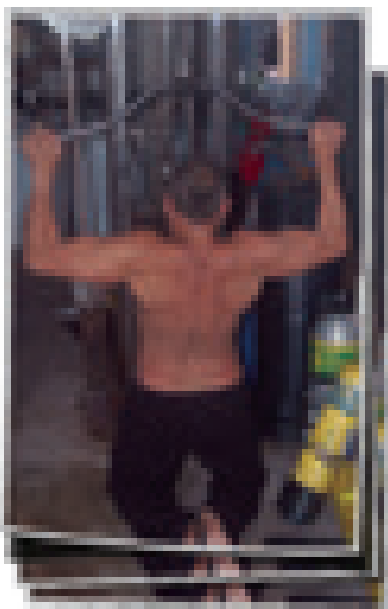
Pamiętaj, że w prawdziwej sytuacji twój partner będzie pływać. Będziesz musiał zwrócić na siebie jego uwagę i / lub wyprzedzić go, aby znaleźć źródło powietrza. W tych ćwiczeniach rzeczywisty czas wstrzymania oddechu rzadko przekracza 35-45 sekund. Nie ma rzeczywistego zagrożenia utraty przytomności i nie ma prawdziwego fizjologicznego zapotrzebowania na powietrze. Istnieje psychiczny krzyk wzywający do zaczerpnięcia oddechu, ponieważ umysł i ciało przekraczają czas, w którym zazwyczaj jest im dostarczane powietrze. Ta umiejętność jest najważniejsza dla nurków, którzy mogą być narażeni na rzeczywiste sytuacje braku powietrza. Nie jest to test sprawnościowy ani nie ma na celu testowania niczyjej "twardości".

Ćwiczenie na dzielenie się gazem polega na płynięciu bez powietrza 18-23 m (60-75 stóp) do partnera, przyciągnięciu jego uwagi i rozpoczęciu dzielenia się gazem. Obydwaj nurkowie pozostaną spokojni przez co najmniej trzy oddechy, aby umożliwić nurkowi w sytuacji braku powietrza odzyskanie kontroli oddechowej. Obaj nurkowie podejmują pływanie przez określony czas. Nie chodzi w tym pływaniu o szybkość, ale o utrzymywanie odpowiedniego, spokojnego tempa przez określony czas. Jeśli nurkowie będą płynąć zbyt szybko, powstaje dodatkowy stres i zużycie gazu wzrasta. Oczywiście może to utrudnić im powrót na powierzchnię. Z drugiej strony, jeśli tempo jest zbyt wolne, mogą nie mieć wystarczającej ilości gazu, aby dotrzeć do powierzchni. Kluczowe jest to, że pływanie musi się odbywać w normalnym tempie.

Teraz przeanalizujmy, dlaczego ta umiejętność pomaga nurkom rozwijać instynkty przetrwania. Jeśli znajdziesz się w "realnej" sytuacji braku powietrza, podświadomość wie, że może sobie z tym poradzić. Umysł został wstępnie przygotowany do radzenia sobie z sytuacją kryzysową. Oznacza to, że nurek zna odczucie potrzeby zaczerpnięcia powietrza i naprawdę potrzebuje powietrza, ale się z tego powodu nie dusi. Oznacza to samodyscyplinę i zachowanie kontroli w sytuacjach niekorzystnych.

Dodatkowe umiejętności treningowe obejmują wykonywanie innych ćwiczeń, związanych ze wspomaganiami życia i znajomością sprzętu. Kilka podstawowych elementów to: odcięcie gazu, stosowanie poręczówek, procedura zaginionego nurka i nawigacja wzdłuż liny w warunkach braku widoczności (symulowane przez zamykanie oczu). Jeśli szkolenia są odpowiednio wykonane, przygotowują nurków do stresu, który towarzyszy sytuacjom kryzysowym podczas nurkowania.

ZNACZENIE SPRAWNOŚCI FIZYCZNEJ



Idealny nurek techniczny jest dobrze przygotowany, zarówno psychicznie, jak i fizycznie. Dobra kondycja fizyczna pozwala nurkowi poradzić sobie ze sprzętem bez uginania się pod jego ciężarem. Pozwala mu pływać na długich dystansach bez zmęczenia. Nawet nurek, który używa skutera podwodnego (DPV), musi być sprawny fizycznie. Taki nurek jest szczególnie zagrożony w przypadku awarii DPV podczas nurkowania jeśli nie jest zdolny do radzenia sobie z sytuacją.

Nurkowie o słabej kondycji fizycznej są skłonni do skurczów, niezdolni do kontroli oddychania ani do udzielania pomocy w nagłych wypadkach. Ich RMV podczas pracy i w warunkach odpoczynku jest dramatycznie różny. Sprawni nurkowie zazwyczaj rozwijają koordynację w ramach swojego szkolenia. Umożliwia im to lepsze opanowanie technik nurkowych. Sprawność umysłowa jest konieczna dla zachowania samodyscypliny. Duża część treningu w programie technic-

znym ma na celu rozwój kontroli umysłowej.

Należy pamiętać, że nurkowie niesprawni fizycznie powinni unikać nurkowania technicznego. Bezmyślny lub niesprawny umysłowo nurek nie kwalifikuje się do nurkowania technicznego. Poważne niedociągnięcia w kondycji fizycznej lub psychicznej sprawiają, że takie osoby są znacznie bardziej narażone w środowisku podwodnym.

Nurek musi być fizycznie sprawny, aby zapobiec urazom. Sprawność układu sercowo-naczyniowego zapewnia komfort podczas pływania na długich dystansach w sprzęcie SCUBA. Udowodniono, że nurek o niskiej sprawności fizycznej może zatrzymywać do 50% więcej CO₂ niż nurek sprawny fizycznie. To ważne, ponieważ CO₂ wiąże się z szybkim zmęczeniem, chorobą dekompresyjną oraz narkozą gazu obojętnego i toksycznością tlenową. Innymi słowy, nadmiar CO₂ może ci zaszkodzić. Zwiększony poziom CO₂ może również prowadzić do niekontrolowanego oddychania. Jest to główny czynnik utraty przytomności i utonięcia.



Pierwszy krok na drodze treningu przeżycia polega na tym, aby wykonać u swojego lekarza kompletne badania stanu zdrowia. Drugi krok to podjęcie programu poprawy kondycji fizycznej. Wstępne treningi powinny obejmować ćwiczenia wzmacniające mięśnie i poziom sprawności sercowo-naczyniowej. Wybierając ćwiczenia z obciążeniem na poszczególne partie mięśni, zwróć uwagę na trening mięśni, które są ci szczególnie potrzebne podczas nurkowania. (Na przykład wysokie pociągnięcia będą symulować akcję podnoszenia butli).

Trening odporności musi być zrównoważony. Rozciąganie i spinanie mięśni zapobiega zaburzeniu równowagi, dzięki działaniu na obydwie grupy mięśni. Zaburzona równowaga mięśni może prowadzić do obrażeń. Szczególną uwagę należy zwrócić na mięśnie brzucha i mięśnie dolnej części pleców. Te mięśnie poddawane są wysiłkowi podczas nurkowań technicznych. Jest to szczególnie



ważne dla radzenia sobie ze sprzętem.

To dwuetapowe podejście do sprawności fizycznej jest pierwszym poziomem treningu przeżycia. Dla przetrwania bardzo ważne jest rozwijanie samodyscypliny związanej z rozpoczęciem i utrzymaniem regularnego programu fitness. Nawet osoby najbardziej oddane uprawianemu sportowi muszą mieć dużą samodyscyplinę. Są dni, gdy różne usprawiedliwienia skłaniają cię do uniknięcia sesji treningowej. Będą też dni, kiedy dosłownie będziesz musiał sam siebie „zawlec” na trening. Jednak wykonanie tej pracy oznacza, że prawidłowo rozwijasz instynkt przetrwania. Właśnie w tych dniach wykraczasz poza strefę komfortu. Dni, w których się poddajesz i nie ćwiczysz można uznać za zmniejszenie twojego potencjału przeżycia.

Po podjęciu pierwszych dwóch podstawowych kroków i osiągnięciu odpowiedniego poziomu

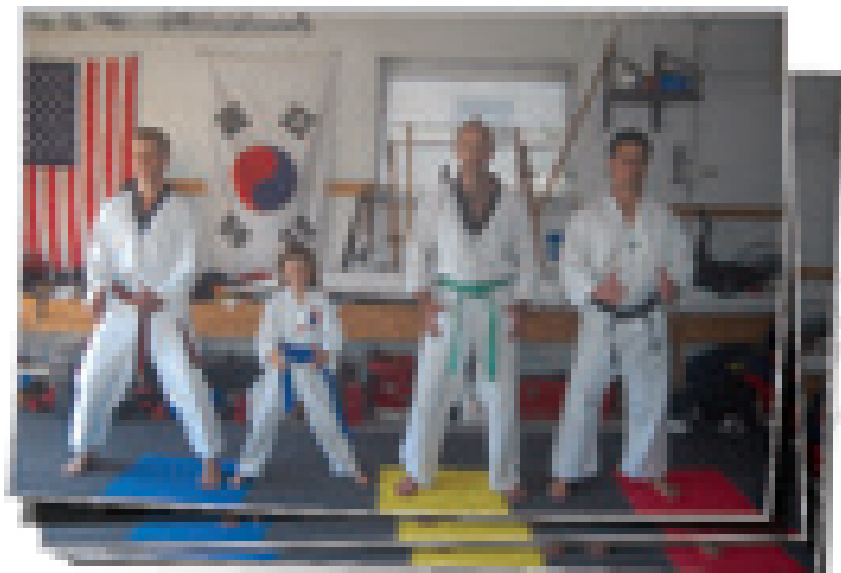
sprawności, nadszedł czas na rozpoczęcie trzeciego etapu. Twardy trening przetrwania uwzględnia wszystko, czego potrzebujesz zarówno mentalnie jak i fizycznie. Jest to trwały proces, o rosnącym stopniu trudności i intensywnym tempie. Dzięki płynącym z niego korzyściom znacznie zwiększysz swoją zdolność do przewyższania trudności i przeżycia. W tym szkoleniu wybieramy określone ćwiczenie i wyznaczamy trzy cele. Pierwszym celem jest czynnik czasu. Drugi to pomiar odległości lub wydajności. Trzeci polega na wyjściu ponad przeciętność i ustanawianiu rekordów. Osiągniemy te cele za wszelką cenę! Należy pamiętać, że jest to proces stopniowy. Szkolenie robi się uzależniające, gdy zbliżasz się do ustawionych celów i stają się one dla Ciebie osiągalne. Mentalnie musisz postrzegać ich osiągnięcie w kategoriach przeżycia lub śmierci.

Umiejętności przeżycia można łatwiej i skuteczniej rozwijać, zwiększać i utrzymywać na lądzie niż pod wodą. Programy survivalowe wykraczają poza zakres treningu sercowo-naczyniowego. Wielu trenerów i fizjologów określa trening układu krążenia jako utrzymywanie podwyższonego tętna przez co najmniej 20 minut. W tym czasie osoba trenująca powinna być w stanie prowadzić rozmowę bez przerywania ćwiczeń ani zmniejszania tempa.

Jednak podczas treningu przetrwania, ćwiczenia powinny być znacznie powyżej poziomu umożliwiającego rozmowę. Kiedy dotrzesz do tego etapu, jedynym głosem, który będziesz mógł się komunikować będzie ten, który pochodzi z twojego umysłu i nakazuje: "Nie poddawaj się. Kontynuuj!" Jest to niewątpliwie poziom maksymalny. Cały program ma na celu wyjście poza twoją strefę komfortu i utrzymanie działania na tym poziomie. Parametry obejmują utrzymanie maksymalnego, długotrwałego wysiłku, przy zachowaniu stałego tempa oddychania. Wymaga to dyscypliny, pozwalającej na zwiększenie pojemności oddechowej bez wzrostu szybkości oddychania. Oczywiście do opanowania tej umiejętności potrzeba więcej niż kilku sesji szkoleniowych.

Kontrolowanie tempa oddechu, gdy znajdujesz się pod wpływem stresu, oznacza przewyższanie zakłócających informacji generowanych przez autonomiczny układ nerwowy. Skuteczne oddychanie ma zasadnicze znaczenie dla rozwoju właściwej dyscypliny podczas nurkowania ze sprzętem SCUBA. Jako nurkowie mamy do czynienia z szeregiem zmiennych, wymagających od nas utrzymania powolnego tempa wdychania i wydychania. Do tych zmiennych należą opory oddechowe automatu, przepływ gazu oraz gęstość wynikająca z głębokości i / lub składu mieszanki gazowej.

Poprzez kontrolę tempa oddychania podjęliśmy pierwszy krok w procesie kontroli umysłowej.



W tym przypadku uzyskaliśmy ograniczenie kontroli AUN.

Stepper, lub symulator chodzenia po schodach, jest doskonałym narzędziem do treningu przeżycia. Osobiście go stosuję i polecam. Ustal maksymalny komfortowy dla siebie poziom, który możesz utrzymać. Następnie stopniowo zwiększaj długość treningu aż dojdiesz do co najmniej 40 minut.

W miarę poprawiania kondycji, należy uwzględnić szkolenie interwałowe. Po dwóch minutach „wspinaczki”, podnieś trudność o jeden stopień. Utrzymuj ten poziom przez dwie minuty. Wznów poprzedni poziom i powtarzaj ten cykl co dwie minuty. W trakcie tej procedury utrzymuj stały i wolny oddech. Dobre początkowe tempo oddechu uzyskuje się przez wdychanie powietrza przez około sześciu sekund, zatrzymanie go przez nie więcej niż trzy sekundy i wreszcie, wydech przez sześć sekund.

Po opanowaniu pierwszego stopnia treningu interwałowego, zwiększ poziom do maksymalnego, jaki jesteś w stanie utrzymać przez 20 minut. Następnie zmniejsz poziom o jeden i ćwicz przez pięć kolejnych minut. Stopniowo zwiększaj intensywność treningu interwałowego. Po trzech minutach wróć na poprzedni najwyższy poziom i ćwicz przez kolejne trzy minuty. Na koniec powtórz tę procedurę przez 30 minut i wydłuż czas każdego „przerywnika” do pięciu minut.

To maksymalne ćwiczenie powinno być utrzymywane w trakcie kolejnych sesji. Stopniowo zwiększaj całkowity czas od 20 do 40 minut. Kiedy osiągniesz wyższy poziom i możesz go utrzymać, nadszedł czas, aby rozpocząć trening survivalowy.

Trening przetrwania przekracza granice normalnego treningu interwałowego. Oznacza to, że sesja treningowa odbywa się przy maksymalnym wysiłku od początku do końca. Wykonuję następujące czynności: na moim symulatorze wchodzenia po schodach ustawiłem górny poziom na 12. To przekłada się na 20,3 stopni na minutę. Na tym poziomie ćwiczę przez 40 minut. Moim celem do osiągnięcia jest 40 minut i 820 schodków, czyli średnio 20,5 stopnia na minutę. Dopuszczalny zakres wynosi od 770 do 820 schodów.

Kiedy zachowam ten poziom, moje szanse przeżycia są oceniane jako pewne. Kiedy wchodzę na mniej niż 770 stopni, możliwości przeżycia są mniejsze. Jeśli ukończę czas i pozostaję w przedziale pomiędzy 725 a 750 stopni, moje możliwości przetrwania mogą uznać za dobre. Jeśli pokonam mniej niż 725, ale ponad 675 schodów, szanse przeżycia są przeciętne. Gdy całkowita ilość stopni wynosi między 650 a 675, przeżywalność jest niska. Z mniej niż 650 schodami, ocena jest słaba. Kiedy nie jestem w stanie wykonać ćwiczeń, oceniam moje szanse na przeżycie na zero. Według mojej filozofii treningowej w takie dni po prostu umieram.

Podczas tych ćwiczeń spróbuj wypełnić wszystkie Twoje cele. Nawet w tych dniach, kiedy nie możesz utrzymać przyspieszonego tempa ćwiczeń, przynajmniej zrealizuj cel czasowy. Czasami będzie konieczne, abyś rzeczywiście zatrzymał się (podobnie jak w sytuacji stresującej w nurkowaniu), odzyskał kontrolę nad pracą układu oddechowego i / lub umysłu, a następnie wznowił ćwiczenia. Przejście na pełny zakres czasu ma kluczowe znaczenie. Zbyt szybkie poddanie się oznacza, że prawdopodobnie nie przeżyjesz. Każdy z nas czytał o nurkach, którzy przestali próbować. Kiedy przestali próbować, zginęli!

Poziom intensywności w treningu przeżycia jest różny, w zależności od osoby. Każdy powinien samodzielnie wypracować swój własny system i określić metodę oceny postępów. Im twardszy trening, tym większy współczynnik przeżycia. Na przykład Jim Lockwood przeżył w sytuacjach, które były niemal niemożliwe do przeżycia. Jego treningi na symulatorze wchodzenia po schodach trwają ponad półtorej godziny. Znajduje również czas na pokonanie na rowerze trasy o długości 112-161 km (70-100 mil) 2-3 razy w tygodniu. W sezonie dodaje do tego pływanie i kajakarstwo o takim samym poziomie intensywności treningu.

Eksperymentuj z poziomem ćwiczeń, które zmuszą cię do większej dyscypliny psychicznej

i fizycznej. Połączenie psychicznej i fizycznej samokontroli ma zasadnicze znaczenie dla Twojego przetrwania. Podczas treningu ciało i umysł często wołają o odpoczynek. Kiedy to nastąpi, wyobraź sobie siebie w krytycznej sytuacji. Twoja jedyna nadzieja na przeżycie to kontynuowanie działania. Kiedy chcesz się zatrzymać i odpocząć, wejdź głęboko w siebie i wytwórz dodatkowy impuls mentalny, aby zmusić swoje ciało do sukcesu. W tych trudnych dniach nagradzaj samego siebie za ukończenie sesji treningu przetrwania. Wykonanie zadania, gdy jest to najtrudniejsze, podnosi współczynnik przeżycia. W dniach, gdy wszystko przychodzi ci łatwo, a jest ich niewiele, po prostu zachowujesz i potwierdzasz swoje umiejętności.

„Cross training”, czyli trening ogólnorozwojowy, jest doskonałym sposobem na poprawę kondycji i zapobieganie znużeniu ćwiczeniami. Pływanie, zwłaszcza w płetwach, jest świetne na poprawę wytrzymałości. Dobierz swój program tak, by wymagał od ciebie maksymalnego wysiłku. Może się to wydawać ekstremalne. Bo takie jest. Jednak w ten sposób warunkujesz swoje ciało i umysł do poprawy umiejętności przeżycia w sytuacjach ekstremalnych. Potwierdzają to dziesiątki moich osobistych doświadczeń, łącznie z katastrofą lotniczą.

Oboje z Patti Mount przeżyliśmy katastrofę lotniczą, odnosząc wiele obrażeń. Byliśmy w wodzie, walcząc o życie przez ponad trzy godziny. Patti była przez większość czasu półświadoma lub nieprzytomna. Całe 3,5 godziny spędziliśmy pływając, gdyż nasza tratwa ratunkowa zatonała szybciej niż samolot. Jedynym sprzętem ratunkowym, którym dysponowaliśmy i który unosił się na wodzie, były moje dżinsy, które wypełniłem powietrzem aby zapewnić oparcie dla Patti. Dzięki treningowi przetrwania i silnej wierze, że nam się uda, oboje dzisiaj żyjemy.

Znaczenie sprawności fizycznej powinno być w tym momencie ewidentne dla każdego, ale ponieważ obejmuje ona dyscyplinę zarówno fizyczną, jak i psychiczną, przyjrzymy się uważniej zaletom sprawności fizycznej dla nurków technicznych

PODSUMOWANIE

Dzięki realizowaniu opisanego przeze mnie treningu survivalowego rozwija się pozytywny system przekonań. Rozwija się wewnętrzna świadomość. Dostrajamy się do naszej intuicji, lepiej rozumiemy własne zdolności fizyczne i psychiczne. Osiągamy to, w co jesteśmy w stanie uwierzyć. Ludzie osiągają cele, które sobie wyznaczają, a nie marzenia, których nie potrafią ukierunkować. Jednak dzięki niektórym z opisanych powyżej praktyk, można zamienić marzenia w cele i zbudować system przekonań.



CHAPTER 7

DIVE TECHNIQUE

by Tom Mount, D.Sc., Ph.D.



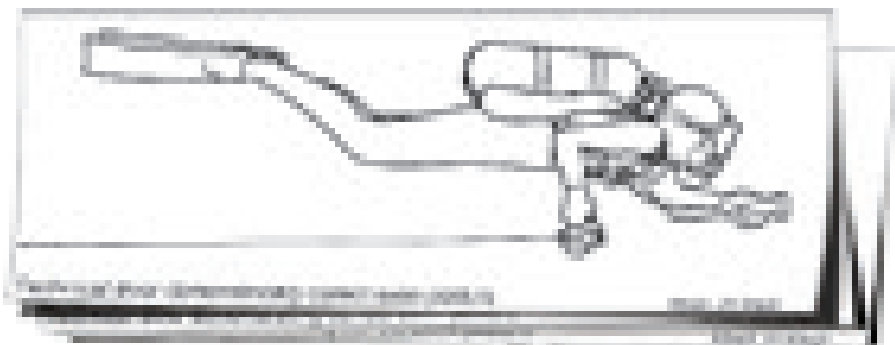
30 YEARS
OF EXCELLENCE



ROZDZIAŁ 7 – TECHNIKI NURKOWANIA

Tom Mount, D.Sc., Ph.D.

Na pytanie, co oznacza słowo „techniczne” w wyrażeniu „nurkowanie techniczne”, większość osób odpowiedziałaby, że chodzi o sposób nurkowania i zakres nurkowań. Jednak nurkowanie techniczne wiąże się też z techniką. Prawidłowa pozycja pod wodną i techniki pływania są prawdopodobnie najczęściej pomijanymi, a jednocześnie krytycznymi umiejętnościami, niezbędnymi do bezpiecznego i przyjemnego nurkowania. Obejmują one różne style pracy nóg: ruchy do żabki i kraula, również w wersji zmodyfikowanej, oraz pływanie z płetwą tylko na jednej nodze. Będziesz również ćwiczyć „ruch węzowy” i „pięta-palce”. Instruktor zademonstruje techniki pracy płetwami opisane w tym podręczniku.



TECHNIKI PRACY PŁETWAMI

Nurkowanie techniczne wymaga precyzyjnego pływania. Będziesz także musiał pływać na dłuższych dystansach niż podczas większości rekreacyjnych nurkowań w otwartych wodach. Opisane poniżej techniki pracy płetwami zapewnią ci niezbędną precyzję i wytrzymałość. Na styl żabki w nurkowaniu technicznym składają się: żabka stosowana podczas pływania w jaskini „cave frog kick”, zmodyfikowana żabka i dynamiczna żabka „power frog kick”. Najczęściej stosowana jest żabka jaskiniowa.

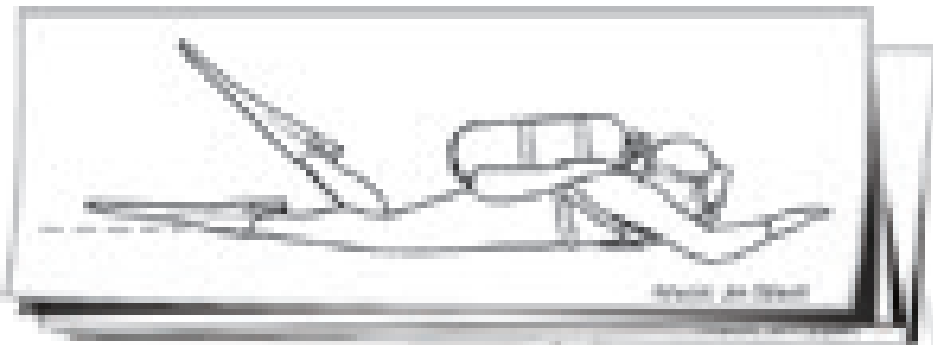
Podczas żabki jaskiniowej nurek płynie w pozycji poziomej. Najpierw, płetwy przesuwają się lekko - bez nacisku - na zewnątrz, aż do pełnego rozciągnięcia. W większości przypadków nogi pozostają lekko podniesione, aby utrzymać maksymalną odległość od dna jaskini. Płetwy wykonują później ruch okrężny przez skręcenie kostek, po czym następuje ich złączenie. Silne uderzenie występuje w fazie przywodzenia. Jest to zadanie wymagające pracy mięśni nóg, by płynąc wykonywać, ciągle, silne odepchnięcia.



Zmodyfikowana żabka jest niemal identyczna, z wyjątkiem skróconego zasięgu kopnięcia. W niektórych sytuacjach ruch będzie ograniczony do zasięgu uzyskiwanego na skutek skręcenia w kostkach, wykonywanego równolegle, w pozycji horyzontalnej i nieco przypominającego trzepotanie ptasich skrzydeł. Nurek posługujący się tą techniką porusza się dość wolno, czasem przemieszczając się o mniej niż 30 cm podczas jednego cyklu

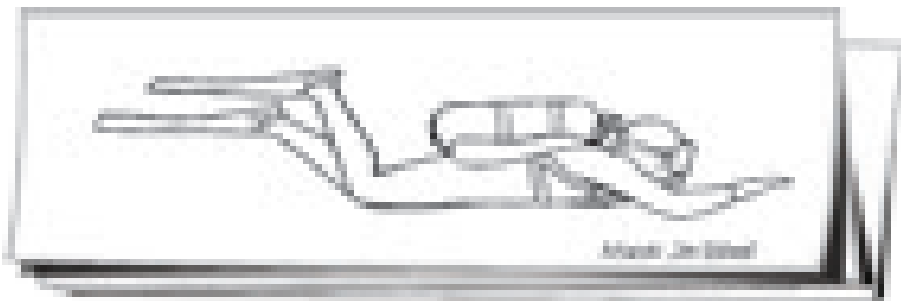
Innym wariantem jest żabka dynamiczna. Zarówno faza przywodzenia jak i odwodzenia jest wykonywana z większą siłą.

Zmodyfikowany ruch do kraula jest najczęściej spotykaną techniką napędową w nurkowaniu technicznym. Polega on na poruszaniu wyprostowanymi nogami w górę i w dół (pionowe nożyce) i wykonuje się go płynąc w pozycji poziomej z linią ciała ustawioną równolegle do dna. Stosując tę technikę upewnij się, że zasięg ruchu twoich płetw nie schodzi poniżej twojej osi ciała i nie wzbudzasz



osadów z dna ani nie zahaczasz o nie płetwami.

Ruch „łopatkowy” jest innym wariantem zmodyfikowanego kraula i najczęściej stosuje się go w miejscach gdzie występuje zagrożenie wzbudzania osadów ograniczających widoczność. Nurek znajduje się w pozycji poziomej, z osią ciała równoległą do dna. Jego nogi są zgięte w kolanach pod kątem prostym, a płetwy, ustawione równolegle do podłoża, wykonują delikatne, starannie kontrolowane ruchy przypominające podrzucanie gleby łopatą. Jest to nadal pionowy ruch nożycowy, z tą różnicą, że nogi nie są wyprostowane, a nurek podczas jednego cyklu przebywa odległość $\frac{1}{4}$ lub $\frac{1}{2}$ dystansu pokonywanego na wyprostowanych nogach. W przypadku wystąpienia skurczu lub przy bardzo lotnych osadach na dnie, nurek może pracować tylko jedną nogą. Wówczas jedna noga wykonuje pełen zakres ruchu, podobnie jak w zmodyfikowanym kraula, a druga noga odpoczywa. Noga, która nie pracuje jest wyprostowana i stabilizuje pozycje nurka.



Ruch pięta/palce oraz ruchy wykonywane kostką są bardzo starannie kontrolowanymi ruchami skrętnymi. Obie nogi są wyciągnięte i wyprostowane, a ruch jest wyprowadzany poprzez skręt nogi w kostce (poruszanie w górę i w dół). Ten sposób poruszania bardzo skutecznie zapobiega wzbudzeniu osadów, pod warunkiem, że nurek wykonuje go dokładnie i nie przeciąga ruch poniżej poziomej osi ciała.

WYKORZYSTYWANIE RĄK

Podczas pływania w płetwach dłonie nurka są zazwyczaj trzymane blisko ciała. Nurkowie techniczni powinni nauczyć się nie machać rękami podczas prób utrzymania pozycji, kierunku lub równowagi. Zawieranie wody wywołane ruchami rąk mogą powodować silne wzbudzenie osadów. Z drugiej strony, łagodne i celowe ruchy rąk mogą być przydatne do nieznacznego przemieszczenia lub zmiany pozycji nurka.

Technika „chwytania i przeciągania” jest stosowana przez nurków jaskiniowych w celu przeciągnięcia się wzdłuż ściany za pomocą rąk. Ta sama technika jest też wykorzystywana na wrakach i podczas nurkowań w prądzie, gdy nurek może chwycić się rękami elementów dna i dzięki temu stopniowo przesuwając się do przodu.

Jak sama nazwa wskazuje, technika polega na chwytaniu rękami elementów otoczenia i przeciąganiu się w taki sposób, aby spowodować przesunięcie ciała do przodu. Pamiętaj, żeby podczas ciągnięcia zaciskać chwyt dłonią i palcami - a nie opuszkami palców. Jeśli będziesz praktykować przeciąganie się w prądzie na chwycie samymi opuszkami palców, to prawdopodobnie po pokonaniu pewnego dystansu stwierdzisz, że z tych opuszków nic ci nie zostało!

“Chodzenie na palcach” to technika stosowana w przypadku występowania piaszczystego dna lub pokrytych piaskiem pokładów wraków czy podłóg jaskiń. Przy tej technice należy trzymać nogi wysoko, aby uniknąć zahaczenia o dno. Poza komunikacją i obsługą sprzętu, palce u rąk można wykorzystać do utrzymywania stałego poziomego położenia w środowisku z sufitem. Robi się to tylko wtedy, gdy widoczność wymaga kontaktu dotykowego z liną.

ZLOKALIZOWANIE INNEGO NURKA

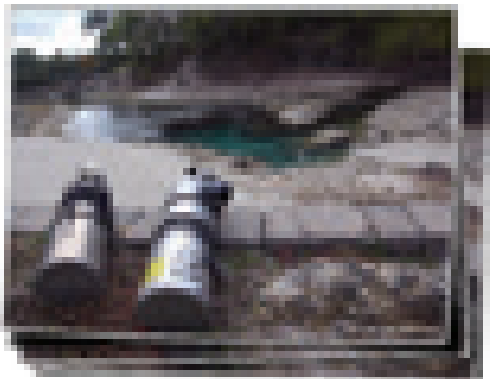
Kiedy nurkowie rozpoczynają eksplorację środowiska z sufitem, lub wykonują nurkowania nocne w wodach otwartych, utrzymywanie stałego kontaktu z partnerami może stanowić pewne wyzwanie. Pamiętaj, że w takich warunkach jedyne widoczne światło pochodzi z latarek twojego zespołu nurkowego. Dopóki “dystans świetlny” pomiędzy członkami zespołu pozostaje stały, tempo poruszania jest prawdopodobnie w porządku. Jeśli zauważymy, że światło jest słabsze, to zwykle oznacza to, że należy nieco spowolnić tempo. Aby zwrócić uwagę partnera, zwyczajowa praktyka polega na wykonaniu kolistego ruchu światłem w taki sposób, by zarysowane koło było dla twojego partnera widoczne na dnie lub na ścianie, znajdującej się w waszym otoczeniu. Pamiętaj, żeby nie świecić partnerowi w oczy ani nie pokazywać sygnału w toni, w stronę otwartej wody, gdzie nie będzie on widoczny.

Najlepszym sposobem, aby zlokalizować położenie partnera płynącego za tobą jest zanurzenie głowy poniżej osi ciała i spojrzenie w tył między własnymi nogami. Jest to znacznie skuteczniejsze niż zatrzymywanie się i obracanie. Czasem jest to jedyny sposób, aby szybko określić położenie twojego partnera.

Podczas nurkowań nocnych lub w środowiskach zamkniętych, utrzymywanie stałego kontaktu pomiędzy partnerami wymaga zaangażowania ze strony wszystkich członków zespołu nurkowego. Sygnał OK jest przekazywany kolejno przez każdego nurka. Ostatni nurek przekazuje sygnał OK do nurka płynącego przed nim i procedura powtarza się aż do nurka prowadzącego. Gdy tylko pojawi się jakiś problem, nurek informuje o tym płynącego przed sobą, który przekazuje sygnał do przodu, za pomocą światła. Sygnał jest przekazywany do przodu tak długo, dopóki nie zostanie poinformowany nurek prowadzący i zespół się nie zatrzyma.



NURKOWANIE ZE STAGEM



Nurkowanie ze stagem, lub używanie dodatkowych butli w celu wydłużenia czasu przebywania pod wodą lub czasu dennego, wymaga uważnego myślenia i planowania. Umożliwia to nurkowi zwiększenie dystansu bezpiecznej eksploracji, ale z uwagi na oddalenie od punktu zwrotnego nurkowania może też powodować dodatkowy stres, związany z presją czasu. Trening i stopniowe zwiększanie dystansu penetracji oraz czasu dennego, pomogą zapanować nad tym stresem.

Nurkowanie ze stagem jest podobne do lądowania samolotem. Nurek musi dobrze przemyśleć swoją pozycję z dużym wyprzedzeniem. Przewidując z góry i wykorzystując techniki nurkowań ze stagem, nurek unika opóźnień podczas deponowania i podejmowania butli stage'owych, a także uniknie nagłych zmian pływalności. Instruktor zapozna cię z technikami nurkowania ze stagem, stosowanymi zarówno do zarządzania gazami dekompresyjnymi w butlach stage'owych, jak i z wykorzystaniem stage'a do penetracji.

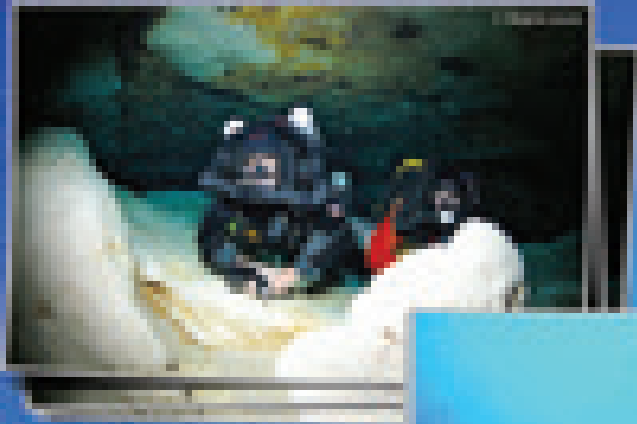
SKUTERY NURKOWE (DPV)

Korzystanie ze skuterów podwodnych (DPV) jest najbardziej porównywalne do podróży kosmicznych spośród wszystkich rzeczy, które możemy sobie wyobrazić. Nurek DPV musi myśleć w takich kategoriach, by o kilka minut wyprzedzić swoją pozycję. Zanim przystąpisz do kursu IANTD DPV, musisz biegle opanować wszystkie istotne umiejętności nurka technicznego. Powinieneś mieć doskonale opanowane techniki nurkowań stage'owych, pływanie na długich dystansach, orientację oraz umiejętności rozpoznawania środowiska.

Gdy nurkowanie DPV stanie się częścią twojej regularnej praktyki, warto od czasu do czasu wykonać długie nurkowanie, aby prześledzić ilość gazu zużytego na pokonanie określonego dystansu bez skutera i mieć cały czas świadomość, jaka jest różnica w zapasie gazu potrzebnym do przebycia tego samego dystansu ze skuterem i bez niego. Dzięki nowoczesnym DPV możliwe jest uzyskanie odległości penetracji, z której nurek nie mógłby wrócić w przypadku awarii DPV. Ciągłe treningi fizyczne i okresowe nurkowania na długie dystanse z wykorzystaniem butli stage'owych, pozwolą zrozumieć indywidualne limity pływania i pomogą w wypracowaniu odpowiedniej dyscypliny, potrzebnej do radzenia sobie z sytuacjami awaryjnymi podczas nurkowania z DPV.

PODSUMOWANIE

Bardzo ważne jest, aby nauczyć się wszystkich technik omawianych w tym rozdziale. Potrzeba praktyki i doświadczenia, aby rozwinąć i dopracować kombinacje technik, które przynoszą najlepsze rezultaty przy minimalnym wysiłku. Dobra technika, utrzymywanie akceptowalnego poziomu kondycji fizycznej, rozwijanie kontroli umysłu oraz regularna praktyka, spowodują niższe zużycie gazu, mniejszy opór, szybsze i skuteczniejsze poruszanie się pod wodą, mniejsze zmęczenie i ogólnie znacznie przyjemniejsze nurkowanie.



GLOSSARY

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF
NITROX AND TECHNICAL DIVERS



30
YEARS
OF
EXCELLENCE

SŁOWNIK POJĘĆ

A

ABS: A type of high impact plastic. Abs, slang for abdominal muscles or it also refers to 'absolute.'

ADP: Kwas Adenozyno Dwufosforowy, patrz Kwas Adenozyno Trójfosforowy

ATA: Atmospheres Absolute. May be used interchangeably with the term 'Bar' when referring to Partial Pressures.

ATM: Atmospheres, Imperial-US measurement of pressure equal to 14.7 psi.

B

Bar: Metric measurement of pressure approximately equal to 1 atmosphere (atm) or 14.7 psi. May be used interchangeably with the term 'ATA' when referring to Partial Pressures.

BC or BCD: Buoyancy Compensating Device. A device used to either adjust a divers buoyancy or provide surface floatation. BC's are not considered Personal Floatation Devices (PFD's) which are required equipment by certain state and federal agencies under certain circumstances.

Białe krwinki (leukocyty).

Czas denny (Bottom Time).

C

Celsjusza, stopnie w skali Celsjusza.

Cardiac: Having to do with the heart.

cc: Cubic Centimeters.

Centigrade/Celsius: Metric measurement of temperature. To convert

Centigrade/Celsius to Fahrenheit, multiply by 9/5 (1.80) and add 32.

CFM: Cubic Feet per Minute, Imperial-US measurement of volume flow.

cm: Centimeter, metric length measure. 1 inch equals 2.54 centimeters.

CNS: Central Nervous System.

CNS% or %CNS: The percent of central nervous system oxygen exposure.

CO: Carbon monoxide, a highly toxic, colorless, odorless, and tasteless gas produced by the combustion of hydrocarbons (petroleum fuels used in engines, and smoking tobacco or cannabis).

CO2: Carbon dioxide. A normal by-product of respiration, Carbon dioxide can be harmful if allowed to accumulate. See Hypercapnia.

CO2 Retencja: Nadbudowa dwutlenku węgla w tkankach ciała. Osoby mające tendencję

do akumulacji dwutlenku węgla większej niż przeciętna są nazywani „gromadzącymi” lub „zatrzymującymi” CO₂.

CON-VENTID: Mnemonic for the symptoms of oxygen poisoning.

Cubic Feet: Imperial-US measurement of volume. Another way of expressing this volume is feet cubed or Ft³.

Cu. Ft.: Cubic Feet, see cubic feet.

D

DAN: Divers Alert Network.

D-ring: A 'd' shaped ring used for attaching equipment.

DCI: Decompression illness/injury, the direct result of not allowing for the safe elimination of excess or accumulated gas in body tissue. Also referred to as DCS, decompression sickness. Although there are subtle differences in medical terminology for decompression illness, decompression injury, and decompression sickness, the end result is the same - treatment in a very expensive recompression chamber.

DCS: Decompression Sickness. See DCI.

Deco: Slang for the word 'decompression', i.e., deco bottle or deco stop.

DIN: Deutsches Institut für Normung, Europejska organizacja normalizacyjna.

Docelowa głębokość operacyjna - TOD.

Efekt Dopplera (mikrofon): urządzenie do pomiaru akustycznego lub metoda używana przez naukowców aby mierzyć ilość przepływających bąbelków w arteriach lub żyłach nurków. Miernik Dopplera dla nurków będzie istotnie, licznikiem bąbelków.

Twin: dwie butle SCUBA połączone razem zaworami by tworzyć jedno źródło gazu. (W efekcie, 'podwajające' dostępną ilość gazu.) Although some use the terms twins and doubles almost interchangeably, there is a very critical, life or death, difference between the two concepts. See also twins which is a different and very dangerous concept. Zobacz również: side mount.

DPV: Diver Propulsion Vehicle, lub skuter, sanki, torpeda, itp.; Jakiemukolwiek urządzenie z silnikiem używane do transportu zanurzonych nurków.

Dwutlenek węgla: patrz CO₂.

E

EAD: Equivalent Air Depth - równoważna głębokość powietrzna.

EAR: Angielski skrót na oddechy ratunkowe.

EAN: Enriched Air Nitrox - wzbogacone .

EANx: skrót używany aby opisać ogólnie mieszankę nitroksową, przy 36% tlenu będzie to

EAN36.

EDU: United States Navy Experimental Diving Unit.

END: Equivalent Nitrogen Depth.

Enzyme: A highly specialized, biologically active protein. Enzymes are the tools with which the body controls metabolism.

EPIRB: Emergency Positioning Indicator Radio Beacon that is compact and self contained.

EST: Electroshock Therapy.

F

Fahrenheit: Imperial-US measurement of temperature. To convert Fahrenheit to Centigrade/Celsius, subtract 32 and multiply by 5/9 (.556).

Feet: Imperial-US measurement of length or depth. 1 foot equals .305 meters.

Feet cubed: Imperial-US measurement of volume. 1 cubic foot equals 28.32 free liters.

FFW: Feet fresh water. Imperial-US measurement of depth in feet of fresh water. Very rarely used.

Fg: Fraction (percentage) of a gas in a mix.

FLPM: Free Liters Per Minute.

FN2: Fraction of Nitrogen.

FO2: Fraction of Oxygen in a mix.

Free Radical: A highly destructive, 'hot' molecule of usually some oxygen compound. Free radicals are short lived because they are so energetically active (looking for something to bind to or combine with). They can and will bind to just about any other molecule either destroying that molecule or disrupting its function.

FSW: Feet Salt Water. Imperial-US measurement of depth in feet of salt water.

Ft: Feet, see feet.

Ft3: Cubic Feet, see feet cubed.

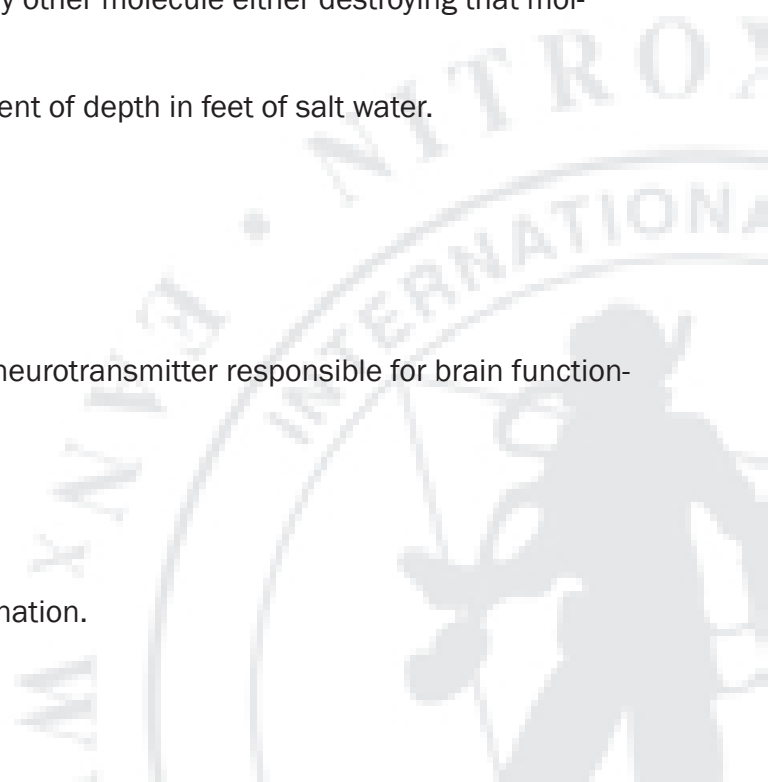
G

GABA: Gamma-aminobutyric Acid. GABA is a neurotransmitter responsible for brain functioning.

g/l: Grams per liter.

H

HBO: Hyperbaric Oxygen or Hyperbaric Oxygenation.



He: See helium.

Heliair: Any mixture of air and helium.

Heliox: Any mixture of oxygen and helium.

Helium: An inert biologically unreactive gas.

Hgb: Abbreviation for Hemoglobin.

Hogarth or Hogarthian Style: A particular gear configuration, some say gear configuration philosophy, named in honor of William Hogarth Main.

HSE: Health and Safety Executive, United Kingdom.

Hypercapnia: A potentially fatal condition for divers caused by an excessive build up of carbon dioxide in either body tissue or inspired air.

I

IANTD: The International Association of Nitrox and Technical Divers.

J

Brak wpisów.

K

Kit: European term referring to the dive gear or equipment needed for a dive. Somewhat analogous to the American terms 'rig' or 'gear'.

Kiting or kiting up: European terms referring to the act of outfitting or dressing for a dive. Analogous to the American term 'suitsing up' or 'gearing up'.

kPa: KiloPascals. Metric measurement of pressure. See also mmHg.

L

L: Liter, see liter.

Liter: Metric measurement for volume. 1 liter equals 0.035 cubic feet. One of the finer points of the metric system is that a liter of gas is referred to differently from a liter of a liquid. Liters of gas are formally referred to as free liters. Off the record, unless one is a chemist, a liter of gas is basically the same as a free liter of gas. Many of our international colleagues, especially British colleagues, request that IANTD use the 'proper' terminology to refer to a liter of gas as being a free liter of gas.

M

m: Meter, see meter.

mbar: Millibar.

Meds: Medications.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NITROX & TECHNICAL DIVERS

Meter: Metric measurement of length or depth. 1 meter equals 3.28 feet.

MFW: Meter Fresh Water. Metric measurement of depth in meters of fresh water.

ml: Milliliter. Metric measurement of volume.

mm: Millimeter. Metric measurement of length.

mmHg: Millimeters of mercury. Imperial-US measurement for pressure.

MOD: Maximum Operational Depth.

“Mr. Murphy”: American slang name for a fictional character. See Murphy’s Law.

MSW: Meters Salt Water. Metric measurement of depth in meters of salt water.

Murphy’s Law: Anything that can go wrong will go wrong.

N

NOAA: The National Oceanic and Atmospheric Administration (United States).

Narcosis: A detrimental physiological and mental state produced by high levels of absorbed nitrogen (nitrogen narcosis) or inert gases (inert gas narcosis) such as Hydrogen or Neon

Ne: Neon, an inert biologically unreactive gas.

Nitrogen: An ‘inert’ diatomic (2 atom) gas. Air consists of approximately 78% diatomic nitrogen. Actually, diatomic nitrogen is chemically unreactive (not inert) in higher life forms because the two molecules are so tightly bound together. Lower life forms, such as nitrogen-fixing bacterial, can use (metabolize) diatomic nitrogen.

Nitrogen narcosis: See narcosis.

Nitrox: Any gas mixture of oxygen and nitrogen other than air (Air being approximately 21% oxygen).

NREM: Non-Rapid Eye Movement. See REM.

NSAIDS: Non-steroidal anti-inflammatory drugs.

O

O₂: The chemical representation for diatomic oxygen. See oxygen.

OMS: Ocean Management Systems. A manufacturer of technical diving equipment. Other manufacturers that specifically cater to technical diving include DiveRite, Zeagle, etc.

OTC: Over The Counter.

OTU: Jednostka toksyczności płucnej [Oxygen Toxicity Unit].

Tlen: Wymagany do podtrzymania życia (tzn. uruchomia metabolizm), tlen jest najczęściej spotykanym w przyrodzie utleniaczem i jest niezbędnym składnikiem wymaganym do spalania/oddy-

chania.

P

P: Zwykle odnosi się do ciśnienia 'pressure.'

Pg: Ciśnienie cząstkowe gazu.

pH: Miara jonowej koncentracji wodoru w roztworze (np. we krwi).

PO2: Ciśnienie cząstkowe tlenu.

PPO2: to samo co PO2.

PSI: Funty na cal kwadratowy. Amerykańska miara imperialna dla ciśnienia.

PSIG: Pounds per Square Inch Gauge. Imperial-US measurement for gauge pressure (for absolute pressure, add 14.7 pound per square inch to PSIG)

Płucne: w odniesieniu do płuc.

R

RBC: Czerwone ciała krwi.

Respiration: A metabolic process that involves the exchange of gases. In air breathing mammals (most divers would qualify), Inhaled oxygen (an oxidizer), is exchanged with exhaled Carbon Dioxide (a waste by-product of metabolism).

RMV: Respiratory Minute Volume.

RNT: Residual Nitrogen Time.

RNPL: Royal Naval Physiologic Laboratory.

Rule of Thirds: A simple gas management technique specifying that divers use only one third of their available gas supply for 'penetration' (or descent into a dive). Upon expending the first third of air, the diver exits (ascends) using the second third of air. Upon reaching the exit point, the diver should have the full measure of the last third of their gas supply remaining.

S

S-Drill: 'Safety' drill performed before all technical dives.

SAC: Surface Air Consumption.

SCUBA: Self Contained Underwater Breathing Apparatus.

SDO: Surface Decompression using Oxygen.

Side Mount: Term used to describe a rig that enables a diver to wear two

SCUBA cylinders, one cylinder on each side of the diver. Unlike twins that are also independent, side mounted cylinders allow the diver to directly inspect and manage the two independent

systems. Note: Some sources occasionally refer to stages as side mount.

SIT: Surface Interval Time - przerwa powierzchniowa

SPG: Submersible Pressure Gauge - podwodny manometr.

SRF: Surface Ratio Factor - stosunek powierzchni do objętości.

Sur-D: Surface Decompression - dekompresja powierzchniowa.

T

Tlenek węgla: patrz CO.

Trimix: mieszanka oddechowa składająca się z Azotu, tlenu i helu.

Twin: w Stanach Zjednoczonych termin na dwie niezależne butle SCUBA połączone na plecach, ale będące niezależnymi źródłami gazu. [Źródła brytyjskie - np. Kevin Gurr - często traktują butle podwójne (patrz butle podwójne) jako 'twin'.] Mocowane na plecach podwójne, niezależne źródła gazu (co w Stanach nazywane jest twinem) są jednym z głównych czynników wypadków nurkowych.

U

UHMS: stowarzyszenie lekarzy medycyny hiperbarycznej [Undersea and Hyperbaric Medicine Society].

V

VE: Is actually pronounced "V dot E" and refers to expired total ventilation.

VO2: Miara wykorzystania tlenu przez nurka.

VPA: Valproinian sodu, wzmacnia GABA, zobacz rozdział 11.

W

Worek wypornościowy: inne określenie na kompensator pływalności (BC/BCD).

X

Brak wpisów.

Y

Brak wpisów.

Z

Brak wpisów.

Aby uzyskać bardziej obszerne informacje skorzystaj z Encyklopedii Nurkowania Technicznego IANTD [Tao of Technical Diving Encyclopedia], która jest doskonałym podręcznikiem i rekomendowanym towarzyszem nurka Tek Lite. Poproś swojego instruktora o dodatkowe informacje.

PRZYPISY I CYTOWANE PRACE

UWAGA: przypisy i cytowane prace zostały wymienione zgodnie z kolejnością pojawiania w tekście.

- Huggins, Karl; Dive Computers:Uses and Abuses
- Mount, W. Tom, Practical Diving, University of Miami Press (out of print)
- SDRG Nitrox Workshop Report
- NOAA Diving Manual, published in 1991.
- Blending Standards of the International Association of Nitrox and Technical Divers, Inc.
- Hill and Phillips, 1932. Journal of the Royal Naval Medical Service; 18:157-183.
- Behnke et al., 1935. American Journal of Physiology; 112: 554-558.
- E. End, 1938. J. Ind. Hyg. Toxicol.;20:511-520
- Hamilton et al., 1992; Hamilton et al., 1995
- Mekjavic et al., 1994; Mekjavic et al., 1995
- E.B. Smith, 1986. Undersea Biomedical Research; 14:347-369.
- Meyer, 1899
- Overton, 1902
- Fowler et al., 1993; Fowler et al., 1985; Fowler et al., 1986
- Hesser et al., 1978. Undersea Biomedical Research; 5:391-400.
- Fothergill et al., 1991; Undersea Biomedical Research; 18:1-19.
- Moeller et al., 1981. Undersea Biomedical Research; 16:227-232.
- Williamson et al., 1987. Br. J. Ind. Med. 44:459-466.
- Davis et al., 1972. Aerospace Medicine; 43: 1079-1082.
- Rogers and Moeller, 1989. Journal of Applied Physiology; 16:227-232.
- Dr. A. Smith, 1873, Brooklyn Bridge Caisson Physician



APPENDIX



The Leader in Diver Education

Technical Diving Selected Planning Formulas

Absolute Pressure: $P_{abs} = \left[\frac{D_{max}}{33} \right] + 1$

Oxygen Base: $PO_2 = FO_2 \times P_{abs}$

Maximum Operation Depth: $MOD_{max} = \left[\left(\frac{PO_2_{limit}}{FO_2} \right) - 1 \right] \times 33_{max}$

Base EANx Mix: $FO_2 = \frac{PO_2_{limit}}{P_{abs}}$

Equivalent Air Depth: $EAD_{max} = \left[\left(\frac{FR_1 \times D_{max} + 33_{max}}{0.79} \right) - 33_{max} \right]$

Surface Air Consumption: $SAC = \frac{\text{Total Gas Consumed}}{D_{max} \times T_{max}}$

Respiratory Minute Volume: $RMV = \frac{SAC}{\left[\frac{\text{Rated Cylinder Working Pressure}}{\text{Rated Cylinder Volume}} \right]}$

Available Gas Volume: $V_{avail} = \left[\frac{P_{max}}{P_{abs}} \right] \times V_{max}$

Central Nervous System O_2 Toxicity: $TCNS = \frac{\text{Dive Time of } PO_2}{\text{NOAA Single Exposure Limit}}$

Note: the NOAA exposure for all of the depth/limits used in separate exposures and added together is equal to the NOAA limit for the dive.

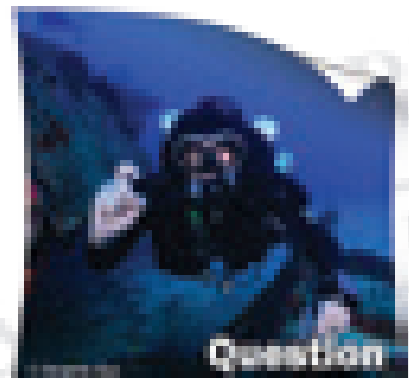
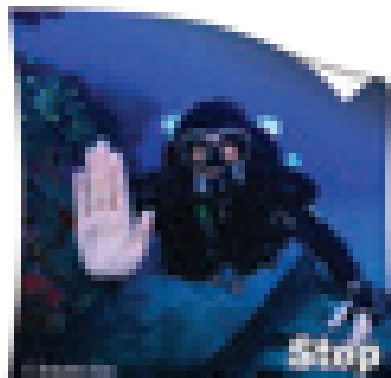
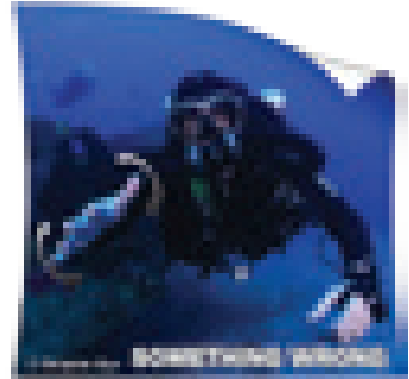
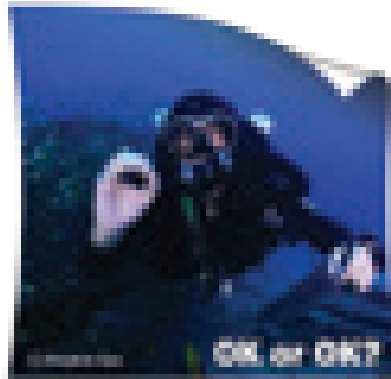
Whole Body O_2 Toxicity: $OTB = T \times \left[\left(\frac{PO_2 - 0.5}{0.5} \right) \right]^{1.25}$

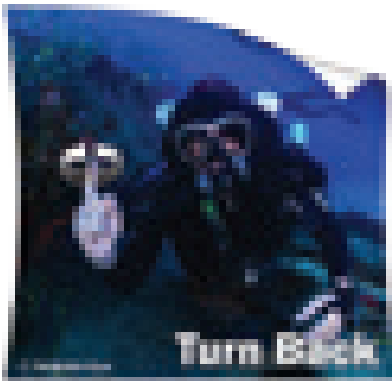
Note: the NOAA exposure for all of the depth/limits used in separate exposures and added together is equal to the NOAA limit for the dive.

Inspired Oxygen: $\text{Inspired } O_2 = \frac{[PO_2 \times FR_{max} - VC_{max}]}{(FR_{max} - VC_{max})}$

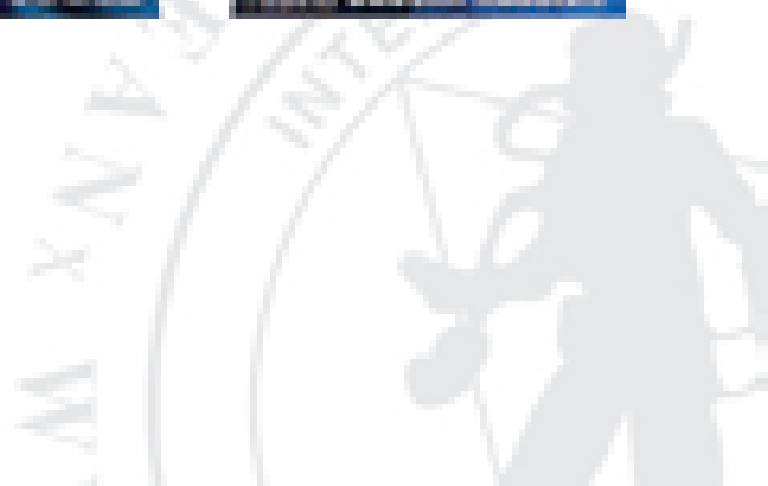
Gas Supply Duration: $T_{max} = \left[\frac{V \times P_{max} - Reserve}{FR_{max}} \right]$

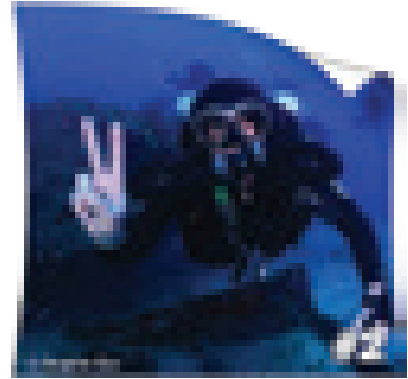
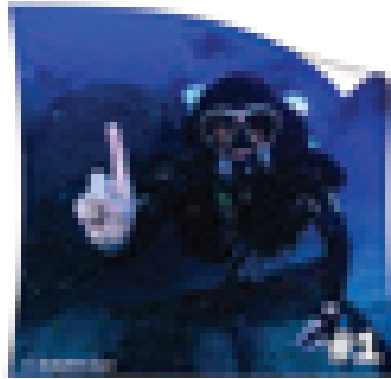
APPENDIX 1 - HAND SIGNALS

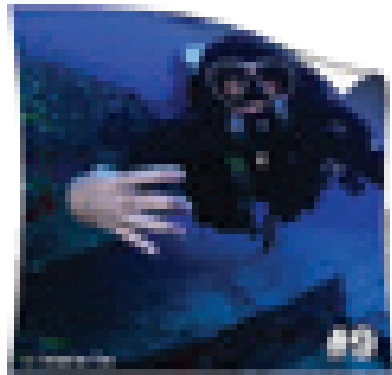
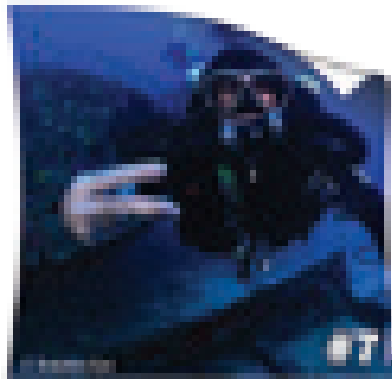


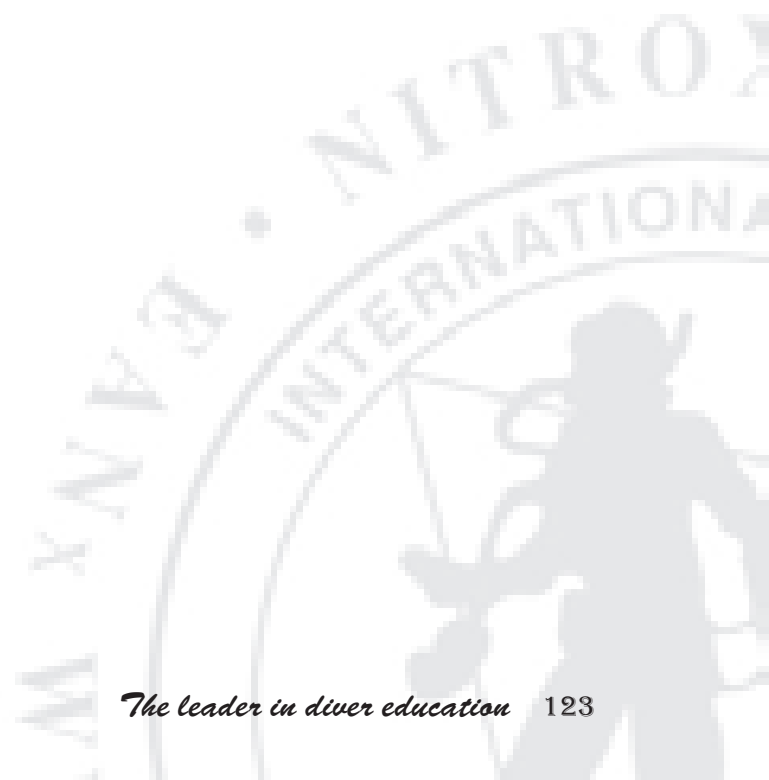


03
ON











30 YEARS
Leading the Way

**INTERNATIONAL ASSOCIATION OF
NITROX AND TECHNICAL DIVERS**

The leader in diver education

**119 NW Ethan Place
Lake City - FL 32055**

certs@iantd.com

(888) 408-8312