

Dwutlenek węgla - przerażający wróg (część 3)

Środki ostrożności i metody zapobiegania stosowane, aby podnieść poziom bezpieczeństwa podczas nurkowania

W pierwszej części tej krótkiej serii dotyczącej dwutlenku węgla w nurkowaniu podzieliłem się osobistą [historią o tym, jak o mały włos nie doszło do sytuacji awaryjnej](#) oraz krótko opisałem metabolizm CO₂ w organizmie człowieka. W [drugiej części](#) przyjrzelśmy się bliżej mechanizmom powstawania i wydalania dwutlenku węgla, problemom powodowanym przez głębokość i sprzęt nurkowy oraz nieprzyjemnym i potencjalnie niszczycielskim skutkom hiperkapnii.

Mam nadzieję, że po przeczytaniu dwóch pierwszych części nurkowie rozumieją, dlaczego powinni unikać nagromadzenia dwutlenku węgla w organizmie. W trzeciej, ostatniej części chciałbym pokazać, jak możemy to osiągnąć oraz jakie środki ostrożności i metody zapobiegania są dla nas dostępne. Metody te możemy podzielić na cztery ogólne kategorie: unikanie przemęczenia, osobiste umiejętności i nawyki nurkowe, sprawność fizyczna i kontrola wysiłku oddechowego (work of breathing – WOB).

Unikanie przemęczenia

Najlepszym sposobem, aby uniknąć nagromadzenia dwutlenku węgla jest przede wszystkim zminimalizowanie ilości tego gazu, który produkujemy. Oznacza to zmniejszenie wysiłku i zużycia energii. Pływaj powoli, stałym tempem i nie rób niepotrzebnych ruchów. W miejscach, gdzie występuje spory prąd, wybierz miejsce wejścia i wyjścia tak, abyś mógł dryfować z prądem zamiast z nim walczyć. Przewodnik nurkowy, któremu warto dać duży napiwek wie, jak czytać tabele pływów i przewiduje siłę i kierunek prądu, aby odpowiednio zorganizować nurkowanie.

W nurkowaniu rekreacyjnym skutery są traktowane jako gadżety zapewniające dobrą zabawę. Podczas długich nurkowań w jaskiniach i głębokich nurkowań technicznych są one jednak niezbędnym narzędziem, które umożliwia pokonywanie długich dystansów i przenoszenie wielu butli bez niepotrzebnego wysiłku. Skutery są drogie i nie zawsze dostępne, ale w rękach doświadczonego nurka stają się elementem zmieniającym zasady gry, jeśli chodzi o zmniejszanie wysiłku.



Umiejętności i nawyki nurkowe

Oprócz zwiększania ogólnej satysfakcji z jakiegokolwiek nurkowania, rozwijanie dobrych umiejętności nurkowych jest również doskonałym sposobem na zmniejszenie ilości CO₂ wytwarzanego przez nurka. Umiejętności i nawyki, o których mowa to: kontrola pływalności, trym i napęd.

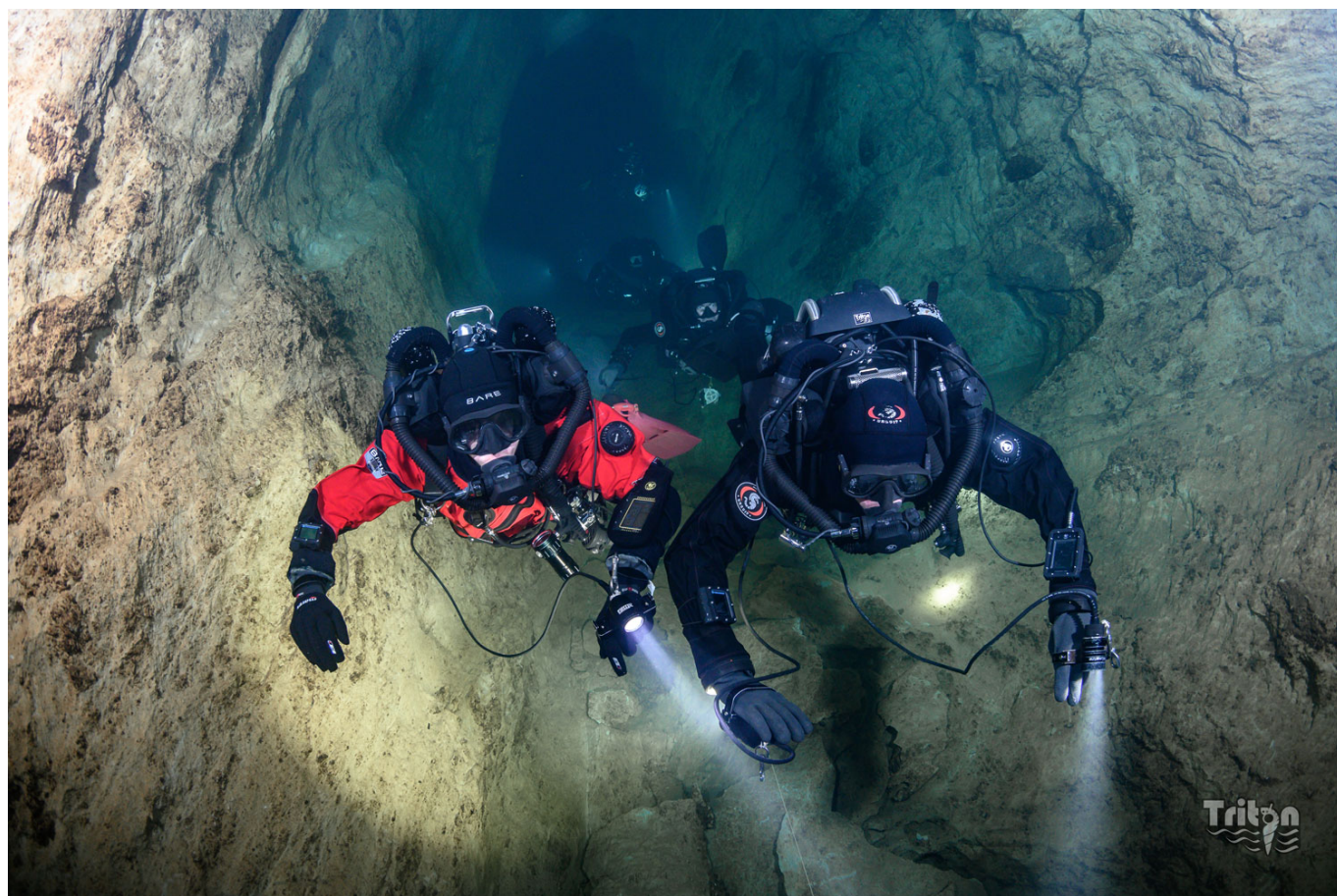
Kontrola pływalności bezpośrednio wpływa na wysiłek. Nurek, który ma neutralną pływalność nie musi zużywać energii na utrzymanie się na danej głębokości kopiąc płetwami w górę lub w dół i może zatrzymać się i odpocząć bez utraty pozycji w wodzie. To z kolei pozwala mu nurkować w poziomej pozycji (neutralny trym) i minimalizować opór wody w kierunku płynięcia.

Nie każda metoda kontroli pływalności ma jednak taką samą wartość. Niestety ogromna liczba nurków chwali się tym, że polega głównie na swoich płucach i rzadko dotyka inflatora BCD. Chociaż prawdą jest, że nasze płuca rozwinęły się z pęcherza pławnego ryb, istnieje długa lista powodów, dla których powrót do tego pierwotnego celu jest [złym pomysłem](#).

Na potrzeby tego artykułu najważniejszą przyczyną jest to, że używanie płuc do kontroli pływalności prowadzi do nieprawidłowego oddychania i zatrzymania CO₂ w organizmie, ponieważ nurek nie robi wystarczająco głębokich wydechów. To samo dotyczy modyfikowania cyklu oddychania w celu zmniejszenia zużycia gazu, co jest czasami nazywane *skip breathing*. Zrelaksuj się i oddychaj naturalnie, używaj przycisku inflatora i odpowiednio reguluj pływalność dostosowując ją nawet do niewielkich zmian głębokości.

Jeśli chodzi o poruszanie się pod wodą, najlepszą bronią w arsenale wprawnego nurka jest żabka. Dzięki fazie odpoczynku dobrze wykonane kopnięcie płetwami do żabki jest najbardziej efektywnym sposobem pokonywania odległości pod wodą. Doświadczeni nurkowie techniczni i jaskiniowi używają jej, aby pływać

godzinami w stałym tempie. Pozostałe umiejętności poruszania płetwami, takie jak pływanie do tyłu lub „helikopter” mogą jeszcze bardziej poprawić efektywność, kiedy musisz manewrować w ciasnych pomieszczeniach, ale z perspektywy czynników związanych z CO₂ są one wisienką na torcie. Sam tort to odpowiednia kontrola pływalności, dobry trym i żabka.



Poziom sprawności fizycznej oraz obosieczny miecz tolerancji na CO₂

Sprawność fizyczna to bardzo szerokie pojęcie, które obejmuje kilka aspektów, takich jak siła, równowaga i koordynacja. Jeśli chodzi jednak o kontrolę CO₂, interesuje nas przede wszystkim *wydolność układu krążeniowo-oddechowego*. Jest ona blisko związana z *progiem beztlenowym*, czyli maksymalnym poziomem wysiłku, podczas którego zapotrzebowanie metabolizmu na tlen i wydalanie CO₂ pozostają w granicach wydolności układu oddechowego danej osoby.

To, co uważa się za wysiłek bardzo się różni u każdego człowieka: co dla jednego jest rozgrzewką, dla drugiego jest ciężkim treningiem. Chociaż sprawność fizyczna jest ogromną zaletą w nurkowaniu i ogólnie w życiu, smutnym faktem jest to, że nie da się jej osiągnąć w żaden znaczący sposób tylko nurkując.

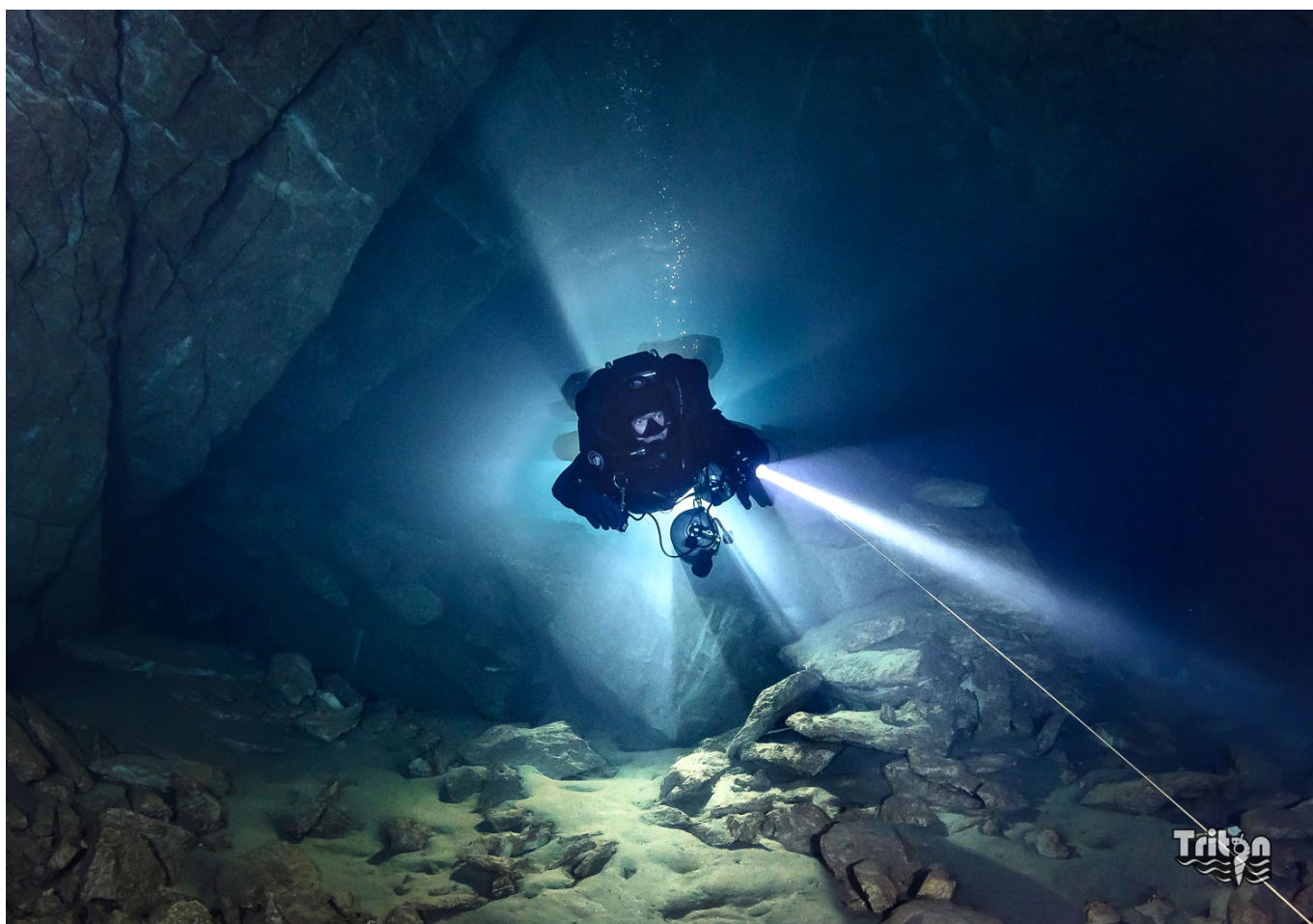
Najczęstszą metodą zwiększenia progu beztlenowego jest wykonywanie ćwiczeń cardio w stałym tempie, takich jak chodzenie, piesze wędrówki, jogging, jazda na rowerze, pływanie długich dystansów lub skakanie na skakance. Ćwiczenia o wysokiej intensywności również pomagają, ale jest w nich haczyk.

Sportowcy biorący udział w dyscyplinach, w których mocno przekraczają swój próg beztlenowy i pozostają w tym stanie przez kilka minut – przychodzą mi na myśl pływacy biorący udział w zawodach, biegacze średniodystansowi, entuzjaści crossfitu i osoby, które ćwiczą sporty walki – nie tylko rozwijają wysoki próg

beztlenowy, ale mają również o wiele większą tolerancję na CO₂. Pozwala im ona kontynuować wysiłek fizyczny przy takim poziomie dwutlenku węgla, przy którym większość ludzi dawno upadłaby na ziemię z trudem łapiąc powietrze. Inne grupy mające wysoką tolerancję na CO₂ to wyszkoleni freediverzy i, jak na ironię, palacze.

W nurkowaniu wysoka tolerancja na CO₂ niekoniecznie jest pożądana. Jak omawialiśmy w [drugiej części tej serii](#) to, że nie czujesz zadyszki nie uchroni Cię przed wpływem hiperkapnii, tak samo jak brak odczuwania narkozy nie zmniejsza upośledzenia funkcji poznawczych. Kiedy nagle poczujesz wpływ hiperkapnii, może być on o wiele poważniejszy. Ta okoliczność nie powinna odstraszać nikogo od uprawiania jakiegokolwiek wybranego sportu, ale jest to coś, o czym musisz pamiętać, kiedy oceniasz, jak duży wysiłek chcesz włożyć w pływanie pod wodą, nawet jeżeli jesteś bardzo sprawny fizycznie. W momencie, kiedy zaczniesz czuć, że masz zadyszkę, możesz być już w dużych tarapatach.

Dla osób, które nie lubią spędzania wolnego czasu na siłowni, pieszych szlakach lub pływając po torze na basenie, dobra wiadomość jest taka, że wymagania dotyczące sprawności fizycznej do nurkowania rekreacyjnego nie są bardzo wysokie – wystarczy być przeciętnie sprawnym. Ukończenie programu [couch to 5k](#) poprawi Twoje bezpieczeństwo pod wodą. Postęp od pokonania 5 km do biegania maratonów jest ogromnym osiągnięciem, ale jeśli chodzi o bezpieczeństwo nurkowania, korzyści nie są aż tak duże.



Kontrola wysiłku oddechowego (WOB)

Jak omówiliśmy w [części drugiej](#), na wysiłek oddechowy podczas nurkowania mają wpływ obciążenie zewnętrzne i wewnętrzne. Obciążenie zewnętrzne jest generowane przez sprzęt nurkowy, głównie automat oddechowy. Powinien on być wyregulowany tak, aby oddychanie z niego było jak najłatwiejsze. Można to

osiągnąć używając sprzętu wysokiej jakości, utrzymując go w czystości, serwisując go oraz ustawiając ciśnienie w drugim stopniu tak, aby było o włos od przepuszczania powietrza. Jeżeli używasz wypożyczonego sprzętu i zauważysz, że trudno Ci się oddycha z automatu, grzecznie zwróć uwagę na problem i poproś o jego wymianę.

Wiele razy widziałem nurków, którzy mają nawyk ustawiania większego oporu w drugim stopniu automatu twierdząc, że pomaga im to „oszczędzać gaz”. Jest to jeden z trzech głównych błędnych poglądów, jakie spotkałem w swojej karierze instruktora. Takie ustawienie nie tylko niepotrzebnie podnosi WOB i produkcję CO₂, ale większe ujemne ciśnienie w płucach wymagane do wzięcia wdychu z drugiego stopnia zwiększa ryzyko [zanurzeniowego obrzęku płuc](#).

Głównym źródłem obciążenia wewnętrznego jest gęstość gazu, którą można niestety kontrolować tylko na dwa sposoby: zmniejszając głębokość nurkowania lub używając helu. Hel jest drogi i nie każdy ma czas i ochotę na kurs trimiksowy. Ograniczenie głębokości do 29 lub 37 metrów (gdzie gęstość mieszaniny O₂/N₂ osiąga [limity zalecane przez Gavina i Mitchella](#)) również nie wydaje się kuszące dla wielu ludzi. Dlatego nurkowie mający zamiłowanie do głębokiego nurkowania na powietrzu powinni przynajmniej być świadomi ryzyka zarówno u siebie jak i u swoich partnerów, którzy w sytuacji awaryjnej być może nie otrzymają potrzebnej pomocy, ponieważ zdolności psychiczne i fizyczne członkowie ich zespołu będą ograniczone.



Wnioski

Ogromna większość nurkowań przebiega bezproblemowo i dwutlenek węgla nie odgrywa w nich większej roli. Kiedy jednak coś pójdzie nie tak i metabolizm nurka przyspieszy ze względu na większe obciążenie pracą, nagromadzenie CO₂ w organizmie może zmienić sytuację, którą da się opanować w sytuację bardzo trudną, a nawet w wypadek. Mam nadzieję, że ta seria artykułów zapewniła materiał do przemyślenia i

choć trochę wyjaśniła, w jaki sposób nasze ciało generuje i reaguje na dwutlenek węgla, jak odnosi się to do nurkowania oraz co możemy zrobić, aby zmniejszyć to ryzyko.

Pozostańcie bezpieczni i życzę samych wspaniałych nurkowań!

O autorze

[Tim Blömeke](#) uczy nurkowania rekreacyjnego i technicznego na Tajwanie i Filipinach. Jest również niezależnym pisarzem i tłumaczem oraz członkiem zespołu redaktorów Alert Diver. Nurkuje na rebreatherze Fathom CCR. Jeśli masz pytania lub komentarze, możesz skontaktować się z nim przez [blog](#) lub [Instagram](#).

Tłumacz: [Agnieszka Kostera-Kosterzewska](#)