

## **W trosce o bezpieczeństwo nurkujących (2)**

**Tekst ten jest napisany przede wszystkim pod kątem potrzeb osób funkcyjnych, mających styczność z ekipami nurków lub sprawujących nadzór nad nimi, ale nie będących płetwonurkami. Ma on rozszerzyć ich wiedzę o uwarunkowaniach występujących przy stosowaniu różnych technik nurkowych w ratownictwie.**

Kontynuując temat o zagrożeniach dla życia i zdrowia strażaków-płetwonurków po urazie ciśnieniowym płuc, zaprezentowany w artykule „W trosce o bezpieczeństwo nurkujących” (PP nr 12/98), pragnę przedstawić drugie śmiertelne zagrożenie, na które narażone są osoby zanurzające się pod wodę z aparatami do oddychania na sprężone powietrze.

Zgodnie z prawami fizyki gazy cechuje zdolność rozpuszczania się w cieczach. Niestety - ilość gazów, która ulega rozpuszczeniu jest uzależniona od ciśnienia. Ma to bardzo negatywny wpływ na organizm nurka. Wynika to z faktu, że we wszystkich tkankach organizmu człowieka (w przeważającej ilości składa się on z płynów) oprócz tlenu, niezbędnego w podstawowych funkcjach

życiowych, jest rozpuszczony azot - mający w procesie oddychania styczność z krwioobiegiem, a przez to z całym organizmem. Ciśnienie, w którym żyje człowiek, jest stałe. Różnice związane ze zmianami barometrycznymi, jak również ze zmianą wysokości w stosunku do poziomu morza przy przemieszczaniu się z miejsca na miejsce są bardzo małe i przebiegają w dłuższym czasie, toteż można je w naszych rozważaniach pominąć. Azot rozpuszczony we krwi i innych tkankach nie uczestniczy więc w jakichkolwiek procesach fizjologicznych. Jest obojętny dla organizmu. Jednak podczas nurkowania, z którym związane jest sprężanie organizmu, jak również oddychanie powietrzem o podwyższonym ciśnieniu - następuje proces rozpuszczania się dodatkowej ilości azotu we krwi i w innych tkankach. Jej wielkość uzależniona jest od czasu narażenia organizmu na zwiększone ciśnienie oraz od głębokości nurkowania (wielkości ciśnienia).

Dodatkowa ilość azotu rozpuszczonego w tkankach w dalszym ciągu jest obojętna dla funkcjonowania organizmu. Problemem, który wywołuje ogromne komplikacje i jednocześnie stwarza poważne zagrożenie dla życia, jest natomiast proces pozbywania się jej przez organizm podczas wynurzania się płetwonurka. Początkowo, w zmniejszającym się ciśnieniu, azot dodatkowo rozpuszczony w tkankach występuje w stanie przesylenia. Przy dalszym wynurzaniu ma on tendencję do wydzielania się z krwi i z innych tkanek w postaci pęcherzyków gazu.

Opisane tutaj zjawisko można obserwować w życiu codziennym. W napojach gazowanych, będących pod ciśnieniem, pomimo przesylenia dwutlenkiem węgla jest on całkowicie rozpuszczony w cieczy. W chwili otwierania pojemnika i zmniejszania ciśnienia nad jego powierzchnią okazuje się nagle, że gaz, który rozpuszczony był całkowicie w cieczy, jak gdyby nie mieści się w niej i gwałtownie, w postaci pęcherzyków, wydziela się w całej jej objętości.

Takie samo zjawisko, choć w dużo mniejszej skali, występuje w organizmie nurka podczas wynurzania się, czyli podczas rozprężania organizmu. We krwi i innych płynach ustrojowych po przekroczeniu wartości krytycznych może pojawić się azot w postaci pęcherzyków. Choroba, którą wywołują pęcherzyki gazowe w organizmie, nazywana jest chorobą dekompresyjną. Dawniej określano ją jako chorobę kesonową, gdyż znacznie wcześniej niż u nurków ujawniła się ona wśród osób pracujących w podwyższonym ciśnieniu w kesonach.

Zjawiska tego nie można uniknąć. Możemy jedynie postępować w taki sposób, aby zminimalizować jego destrukcyjne oddziaływanie na organizm. Jedynym rozwiązaniem jest bardzo powolne wynurzenie się (rozprężanie), tak aby nadmiar rozpuszczonego azotu znajdującego się w organizmie wydzielili się przez płuca w procesie oddychania, a nie w postaci pęcherzyków we krwi i innych tkankach.

Pęcherzyki gazu krążące w krwiobiegu są niezmiernie groźne dla zdrowia i życia nurka. Jest to zjawisko podobne do tego, które ma miejsce przy opisanym w numerze 12/98 ciśnieniowym urazie płuc - tam również w krwiobiegu występują pęcherzyki gazu (powietrza), a chorobę tę czasami nazywano także pseudokesonową.

Dla zachowania bezpieczeństwa podczas nurkowania należy ściśle przestrzegać czasu wynurzenia (dekompresji), który uwidoczniony jest w tabelach dekompresyjnych. Tabela dekompresyjna jest odporna na działanie wody, nurek może więc ją mieć przy sobie podczas nurkowania. Aby móc z niej korzystać, musi zabrać ze sobą głębokościomierz oraz zegarek. Oba te przyrządy pozwolą mu stwierdzić, na jakiej maksymalnej głębokości i przez jaki (sumaryczny) czas przebywał pod wodą. Mając te dane, nurek może odczytać z odpowiednich rubryk w tabelach, na jakich głębokościach i przez jaki czas musi on zrobić przystanki dekompresyjne, czyli po prostu - jak długo ma trwać wynurzenie. Przy dłuższych i głębszych nurkowaniach często okazuje się, że czas wynurzenia jest wielokrotnie dłuższy od czasu efektywnej pracy pod wodą.

Podczas nurkowania w rzeczywistych warunkach, jeżeli tylko jest taka szansa, unika się sytuacji, w których należy stosować dekompresję. Jest to możliwe, gdy zastosujemy się do tzw. krzywej dekompresji zerowej, która informuje, że nurkując na głębokość około 10 metrów w dowolnym czasie nie musimy stosować przystanków dekompresyjnych i dowolnie szybko możemy wynurzyć się na powierzchnię. Przesycenie tkanek azotem nie przekroczy wówczas wartości krytycznej i nie wydzieli się on w postaci pęcherzyków. Nurkowanie na większe głębokości zasadniczo zmniejsza czas nurkowania, podczas którego nie jesteśmy zmuszeni do stosowania przystanków dekompresyjnych.

Obecnie coraz częściej zamiast dość kłopotliwych tabel dekompresyjnych stosuje się elektroniczne urządzenia zwane dekompresjometrami, które pletwonurek zabiera pod wodę. Urządzenie to automatycznie, w sposób ciągły mierzy ciśnienie, w którym nurek przebywa i przelicza w funkcji czasu, ile dodatkowego azotu rozpuściło się w jego krwi, jak również w innych tkankach. Przy wynurzaniu urządzenie to w identyczny sposób informuje nas, czy dalsze wynurzenie (rozprężanie) jest dopuszczalne. Tego typu urządzenia (w wersjach profesjonalnych) dają większości osób gwarancję uniknięcia choroby dekompresyjnej. Należy jednak nadmienić, że można je traktować jedynie jako związane personalnie z daną osobą. Wiąże się to bowiem z faktem, że wynurzenie jest prowadzone tak, aby nie przekraczać wartości krytycznej przesycenia tkanek azotem. Trzeba pamiętać, że po każdym nurkowaniu dodatkowy azot pozostaje w organizmie i dopiero po kilkudziesięciu godzinach jest on zeń całkowicie usuwany. W przypadku rozpoczęcia kolejnego nurkowania bez całkowitego pozbycia się dodatkowego azotu pochłoniętego podczas poprzedniego nurkowania osobisty dekompresjometr przewidzi taką sytuację i wprowadzi korektę w dekompresji podczas wynurzenia. Wynika stąd, że przyrząd ten przekazany innej osobie nurkującej może wprowadzać ją w błąd.

Dodatkową funkcją dekompresjometru, która ma wpływ na poprawę bezpieczeństwa nurków, jest zapamiętywanie kilku ostatnich nurkowań, ich czasu, głębokości, prawidłowości wynurzenia się. Dane te są nieocenione dla lekarza specjalisty chorób nurkowych podczas zaistnienia choroby dekompresyjnej.

Przy długich czasach dekompresji stosuje się w praktyce specjalne ławeczki zawieszane w toni, na których wynurzający się pętlonurek może wypoczywać pod zwiększonym ciśnieniem na odpowiedniej głębokości. Na tak przygotowanym stanowisku na pętlonurka może oczekiwać dodatkowy aparat oddechowy lub powietrze doprowadzone przewodem z powierzchni. Rozwiązanie takie pozwala bardziej efektywnie wykorzystać sprężone w aparacie pętlonurka powietrze.

Przy długotrwałych i głębokich pracach pod wodą, dla uniknięcia bardzo kłopotliwej dekompresji, używa się czasami specjalnych stacji podwodnych, umieszczanych na głębokości zbliżonej do tej, na której wykonuje się prace. Dzięki temu nurek po zakończonej pracy nie musi wynurzać się w celu dekompresji (dla pozbycia się nadmiaru azotu), lecz przed następnym nurkowaniem może wypoczywać przez jakiś czas na pokładzie stacji pod zwiększonym ciśnieniem. Techniki takie stosuje się jednak bardzo rzadko, a po skończonej pracy dekompresja nurków może trwać nawet kilka dni. Tak długi proces usuwania nadmiaru azotu prowadzi się w komorach dekompresyjnych. Są to specjalne zbiorniki ciśnieniowe, w których pętlonurek po skończonym nurkowaniu odpoczywa, a bardzo powoli zmniejszane ciśnienie stwarza warunki podobne do tych, które występują podczas powolnego wynurzania.

Wystąpienie choroby dekompresyjnej wiąże się głównie z pęcherzykami azotu krążącymi w krwiobiegu oraz z jego gromadzeniem się w różnych miejscach organizmu. Podstawowym objawem są bóle umiejscowione w dużych stawach, głównie barkowym, rzadziej biodrowym, kolanowym i innych. Mogą również pojawić się zmiany skórne w postaci plamistej wysypki, mrowienia i świądu.

Pęcherzyki gazu, w zależności od ich wielkości i średnicy naczyń krwionośnych, przemieszczając się w organizmie mogą zablokować dopływ krwi do różnych narządów. Może to doprowadzić do nagłego zaburzenia ich funkcjonowania, w tym mózgu. Do częściej występujących należą zaburzenia centralnego układu nerwowego, układu krążenia i oddechowego. Mogą wystąpić porażenia kończyn, niedowład, zawroty głowy, wymioty, duszności z silnym bólem zamostkowym, suchy kaszel, zaburzenia równowagi, zaburzenia świadomości, aż do jej utraty i zgonu. Im wcześniej po nurkowaniu wystąpią pierwsze objawy, tym cięższy będzie przebieg choroby.

Jedynym, niezastąpionym sposobem leczenia jest sprężenie organizmu w komorze hiperbarycznej (dekompresyjnej) oraz poddanie chorego dekompresji leczniczej. W czasie ponownego sprężania azot krążący w organizmie w postaci pęcherzyków powtórnie rozpuszcza się w tkankach i można się go wówczas pozbyć z organizmu poprzez układ oddechowy podczas bardzo wolnego rozprężania. Jeżeli jest to możliwe, należy zastosować szybki transport lotniczy do jedynej przygotowanej do zabiegów komory hiperbarycznej - w Instytucie Medycyny Morskiej i Tropikalnej w Gdyni, zwracając uwagę na to, aby lot odbywał się na jak najmniejszej wysokości, z uwagi na ewentualny spadek ciśnienia atmosferycznego i możliwość zintensyfikowania objawów chorobowych.' W trakcie transportu należy podawać choremu do oddychania czysty tlen. Wskazane jest również utrzymanie poszkodowanego w pozycji leżącej z nogami uniesionymi do góry (wyżej głowy). Szybki transport do komory hiperbarycznej, jeżeli z uwagi na niedokrwienie nie wystąpiły już trwałe uszkodzenia organów, pozwala na całkowity powrót do zdrowia. Wszystkie osoby mające styczność z nurkowaniem muszą mieć na uwadze fakt, że choroba nurkowa może wystąpić przy każdym nurkowaniu, a jedynym skutecznym działaniem, ratującym niejednokrotnie życie, jest jak najszybszy transport do komory hiperbarycznej w Gdyni.

Na zakończenie pragnę zaznaczyć (wskazuje na to długoletnia praktyka), że większość lekarzy w ośrodkach zdrowia, pogotowiu ratunkowym i w szpitalach nie jest w stanie prawidłowo rozpoznać choroby nurkowej po występujących objawach, a to, przy zdaniu się wyłącznie na ich decyzje, wydłuża ewentualny czas dostarczenia poszkodowanego do szpitala. Znane są przypadki, kiedy płetwonurek położony w szpitalu na obserwacji był wykradany przez kolegów siłą i po przetransportowaniu go prywatnymi środkami do komory hiperbarycznej w Gdyni (tutaj stwierdzano chorobę dekompresyjną) - skutecznie leczony. Dalszy pobyt na obserwacji był dla niego śmiertelnym zagrożeniem!

Od kilku lat służba dyżurna w Krajowym Centrum Koordynacji Ratownictwa Komendy Głównej PSP posiada wypracowane procedury koordynacji w udzielaniu pomocy w takich okolicznościach i w razie potrzeby należy się do niej zwracać o pomoc.

**st. bryg. mgr inż. Marek PŁÓTICA**