

# Fizjologiczne reakcje na wysokie ciśnienie podczas zanurzenia

Reakcje fizjologiczne ciała ludzkiego na wysokie ciśnienie podczas zanurzenia.

*Czy kiedykolwiek interesowałaś się tym podczas swoich nurkowań? Narkotyczne działanie azotu, problemy z wyrównywaniem ciśnienia, parcie na pęcherz i bóle głowy po nurkowaniu?*

## Narkotyczne działanie azotu

Niektórzy kochają to uczucie, ale nie wszyscy go doświadczają – narkotyczny efekt azotu, słynny na głębokościach od 30 metrów. Jego inna nazwa to narkoza azotowa lub „efekt Martini”. Objawy i symptomy to niemądre zachowanie. Ludzie najczęściej mają szalony uśmiech na twarzach i wykazują ruchy podobne do tych u osób w stanie upojenia alkoholowego. Nurkowie często zgłaszają uczucie radości, dobrego samopoczucia czy nawet euforii. Ludzie nie są tak samo podatni i występują indywidualne różnice. Jedna osoba może różnie odczuwać ten efekt jednego dnia, a inaczej następnego.

Zasadniczo można powiedzieć, że narkoza azotowa jest wywołana zwiększonym ciśnieniem parcjalnym azotu, który wpływa na komunikację pomiędzy komórkami nerwowymi. Kiedy ciśnienie parcjalne azotu spada, objawy narkozy azotowej zanikają.

Ale jak to się dzieje fizjologicznie?

Po pierwsze – według P.B. Bannett’a – narkotyczny efekt ma naturę fizyczną, a nie biochemiczną. Jego głównym celem jest nasz ośrodkowy układ nerwowy (OUN). Najlepiej chyba tłumaczy to **Hipoteza Meyera-Overtona**. Narkoza występuje wtedy, gdy gaz obojętny – azot – penetruje lipidową błonę komórek nerwowych mózgu i zakłóca transmisję sygnałów z jednej komórki nerwowej do drugiej.

Dla naukowców wśród nurków: azot tworzy 78% naszego powietrza. Na powierzchni ziemi jest ciśnienie jednej atmosfery (to znaczy, że ciśnienie parcjalne azotu wynosi 0,78 at), podczas gdy na głębokości 10 m w wodzie oddychamy pod ciśnieniem dwóch atmosfer, co oznacza podwojenie ciśnienia (i wtedy ciśnienie parcjalne azotu wynosi 1,56 at). Wraz z rosnącym ciśnieniem podczas zanurzania się poza 10 m, ciśnienie parcjalne azotu rośnie (na 20 m wynosi 2,34 at, na 30 m jest już 3,12 at i tak dalej).

Podczas gdy jedni porównują to do efektu LSD, inni, mądrzejsi ludzie, porównują upośledzenie umysłowe wywołane przez narkozę azotową do efektu wypicia kieliszka Martini na pusty żołądek. To właśnie dlatego ci mądrzy używają nazwy **efekt Martini**. Jeśli trafi cię narkoza azotowa i nikt nie wyciągnie cię wyżej, a ty będziesz dalej zanurzał się głębiej i głębiej, wtedy na każde 10-15 m efekt upośledzenia umysłowego będzie równy wypiciu kolejnego Martini. Narkoza azotowa nie stanowi bezpośredniego zagrożenia dla życia. Ale nasze reakcje i ewentualne problemy sprzętowe już tak. Jak każda rozsądna osoba nie będzie prowadziła samochodu będąc pod wpływem alkoholu, tak samo nie powinieneś kontynuować nurkowania ulegając narkozie azotowej.

Uniknięciu narkozy azotowej nie sprzyja picie alkoholu wieczorem przed nurkowaniem, ani gdy czujesz się zestresowany, przepracowany lub niespokojny. Te czynniki wzmocnią działanie efektu narkotycznego lub łatwiej go wywołają. Dalszymi czynnikami wpływającymi negatywnie mogą być ciężka praca, zimna woda, strach, szybkość zanurzania, zmęczenie, choroba, przyjmowane leki, otyłość i inne. Twoją najlepszą polisą ubezpieczeniową, jeśli jesteś podatny na narkozę azotową, jest twój partner nurkowy, który wystarczy, że wyciągnie cię na mniejszą głębokość, jak tylko zaczniesz się dziwnie zachowywać.

Oprócz azotu również inne gazy, traktowane jako obojętne, jak hel, neon, argon, krypton i ksenon mogą wywołać narkozę rozpuszczając się w lipidowej powłoce komórek nerwowych i zakłócając ich sygnały elektryczne. Efekt narkotyczny gazu obojętnego zależy na stopniu, w jakim rozpuszcza się w tłuszczach i różni się między gazami. Hel ma mniejszą rozpuszczalność w tłuszczu i przez to mniejszy efekt narkotyczny. Zatem nurkowie techniczni, nurkujący na duże głębokości używają go. Ksenon ma najwyższą rozpuszczalność w tłuszczach i przez to ma najwyższy efekt narkotyczny. Dlatego może być nawet używany do znieczulenia ogólnego w medycynie. Azot mieści się gdzieś pomiędzy nimi. Jest narkotyczny dopiero pod ciśnieniem.

## Problemy z wyrównywaniem ciśnienia

Wyrównywanie ciśnienia w uszach jest czymś, czego chyba każdy z nas nauczył się jeszcze zanim zaczął nurkować. A dokładniej, kiedy przechodził badania medyczne, aby upewnić się, czy jest zdolny do nurkowania. Lekarz laryngolog zazwyczaj prosi o zaprezentowanie tej umiejętności.



W nurkowaniu wyrównywanie ciśnienia jest potrzebne, aby chronić twoją błonę bębenkową w uchu, bardzo delikatną membranę, przed rozerwaniem na skutek zwiększonego ciśnienia pod wodą, w trakcie zanurzenia. Z dziurą w bębnie nie tylko będziesz słyszał mniej, ale również woda dostanie się do środka i podrażni twój system kontroli równowagi (który umiejscowiony jest w przedsionku ucha wewnętrznego). Poza tym, rozerwany bębenek boli, i uniemożliwi ci nurkowanie przez kilka miesięcy. Jeśli nie zostanie dobrze wyleczony możesz ulec całkowitej utracie słuchu, zaburzeniom równowagi, czy stanom zapalnym. Zatem lepiej zrób użytek z trąbki Eustachiusza w twojej czaszce, która łączy twoje ucho z gardłem i umożliwia wepchnięcie powietrza po wewnętrznej stronie bębna. To skompensuje - lub wyrówna - ciśnienie z zewnątrz. Im głębiej schodzisz, tym większe ciśnienie będzie naciskało na twój bębenek. To

dlatego musisz powtarzać tę procedurę wiele razy podczas zanurzania się. Najlepiej jest wyrównywać ciśnienie w uszach wcześniej i odpowiednio często!

Ponieważ wszyscy jesteśmy różni, a niektórzy mają problem z wyrównywaniem ciśnienia w uszach, miło jest wiedzieć, że jest co najmniej **5 różnych technik** wyrównywania ciśnienia. Wybierz tę, która najlepiej działa dla Ciebie!

1. **Technika Valsalva'y**: najprostsza, dobrze znana technika. Zaciśnij skrzydełka nosa i dmuchaj w niego.
2. **Manewr Toynbee**: zamknij skrzydełka nosa i przełknij. To otwiera trąbkę Eustachiusza a ruch języka wpycha do niej powietrze.
3. **Manewr Frenzel'a**: zaciśnij skrzydełka nosa i spróbuj wywołać „dźwięk k”. To wymaga praktyki.
4. **Technika Edmund'a**: napręż swoje podniebienie miękkie i mięśnie szyi. Przesuń żuchwę w dół i spróbuj techniki Valsalva'y (to trudne).
5. **Swobodne** otwarcie trąbki: wielu nurkujących ze wstrzymanym oddechem zna i stosuje tę technikę. Napręż mięśnie szyi i przesuń żuchwę w dół i do przodu. To tak, jakbyś próbował nie ziewać. Ten ruch powoduje, że trąbka Eustachiusza otwiera się, umożliwiając wyrównanie ciśnienia.

Jeśli będziesz miał dalej kłopoty z wyrównywaniem ciśnienia, powinieneś udać się do specjalisty i sprawdzić swoje uszy. Nie rób niczego na siłę. Możesz „wydmuchać” sobie bębenek. W końcu to bardzo delikatna membrana.

## Parcie na pęcherz

Wraz z zanurzeniem w wodzie w organizmie zachodzi szereg zmian fizjologicznych, związanych z temperaturą, grawitacją, absorpcją tlenu i tzw. odruchem nurkowym.

Nasz układ krążeniowo-naczyniowy radzi sobie z najbardziej istotnymi zmianami przy adaptacji do „nowego” środowiska przez tak zwane **przemieszczenie krwi**. Jeżeli nurek jest ustawiony pionowo nogami do dołu, głębiej zanurzone nogi podlegają pod większe ciśnienie otoczenia i wskutek tego ucisku, krew z nóg jest „wyciskana” do tułowia. Około 400 do 800 ml krwi żyłnej jest w ten sposób przemieszczona. Małe naczynia włosowate – tętniczki otaczające pęcherzyki płucne absorbują tę krew jak gąbka i przeciwdziałają zwiększonemu ciśnieniu. Takie **przesunięcie krwi, które występuje też w zerowej grawitacji**, podrażnia system regulacji objętości krwi. Aktywuje sensory, ale zamiast rzeczywistego zwiększenia objętości krwi, są one pobudzone tylko przez przemieszczenie objętości krwi. To wywołuje łańcuch reakcji fizjologicznych, które jako pierwsi opisali Gauer i Henry i dlatego nazywa się to **Odruchem Gauera-Henrego**: poszerzenia tułowia przez przemieszczenie krwi i plazmy aktywuje receptory w sercu i płucach, które wysyłają sygnał do nerek – przez nerwy i hormony – by zwiększyły produkcję moczu. Celem tych działań jest **zmniejszenie obciążenia serca**. Ponieważ z powodu zwiększonej ilości krwi serce musi pracować ciężiej i zwiększyć rzut, czyli ilość krwi przepompowywanej z każdym skurczem serca. Szybkość pracy serca pozostaje praktycznie bez zmian. W skrócie: zanurzenie w wodzie zwiększa aktywność nerek i zwiększoną produkcję moczu, co w dłuższej perspektywie prowadzi do **odwodnienia** i utraty elektrolitów. Aby to skompensować radzi się, aby zacząć **nawadnianie** – pić wodę – na dwie godziny przez nurkowanie, jak również między nurkowaniami.





Oprócz tego, jeśli kiedykolwiek zdarzyło ci się mieć **bóle głowy po nurkowaniu**, powodem do ich występowania mogło być jedno z poniższych:

- odwodnienie
- uciskająca maska
- za dużo alkoholu poprzedniego wieczoru
- zła technika oddechowa podczas nurkowania (na przykład płytkie oddechy mogą powodować akumulację dwutlenku węgla)
- brak snu
- udar słoneczny
- przegrzanie
- problem z uszami/ wyrównaniem ciśnienia wywołany na przykład przez przekrwienie zatok
- objawy i symptomy choroby dekompresyjnej

Jeśli te bóle głowy nie zanikają szybko, możesz potrzebować porady lekarza.