

Rozpoznawanie czynników ryzyka wystąpienia choroby dekompresyjnej

Czego możemy się dowiedzieć na temat czynników ryzyka wystąpienia choroby dekompresyjnej (DCS) z analizy rzeczywistych profili nurkowych i tego, co nastąpiło po nurkowaniu? Tak naprawdę bardzo dużo. To był główny powód, dla którego prezydent DAN Europe rozpoczął tworzenie bazy danych zawierającej profile nurkowań rekreacyjnych i technicznych przesłanych z komputerów nurkowych. Zbieranie tych danych rozpoczęło się w 1994 roku i od tamtej pory ma wpływ na udoskonalanie oprogramowania w komputerach nurkowych i gromadzenie informacji o profilach i przebiegu nurkowania. Można to nazwać hołdem społeczności nurkowej dla „Big data”!

To jest także powód, dla którego badacze pracujący dla DAN tak bardzo chcieli zastosować najnowsze techniki analizy danych dotyczących nurkowań w pionierskim badaniu, które objęło 40 000 nurkowań rekreacyjnych na obiegu otwartym. Te dane oraz informacje ze szczegółowej ankiety dotyczącej każdego nurka zostały zebrane od nurków mieszkających w Europie. U prawie 1000 osób po nurkowaniu przeprowadzono również badanie przy pomocy USG Dopplera, aby określić ilość pęcherzyków, a po 320 nurkowaniach stwierdzono DCS. Należy zauważyć, że nurkowania techniczne z użyciem trimiksu lub na rebriderze zostały wykluczone z badania. Wyniki zostały opublikowane w artykule z 2017 roku zatytułowanym [*Dive Risk Factors, Gas Bubble Formation, and Decompression Illness in Recreational SCUBA Diving: Analysis of DAN Europe DSL Data Base*](#) [Czynniki ryzyka w nurkowaniu, tworzenie się pęcherzyków i choroba dekompresyjna w nurkowaniu rekreacyjnym: analiza bazy danych DSL stworzonej przez DAN Europe].

Badanie miało trzy cele. Po pierwsze, starano się uzyskać jak najwierniejszy obraz praktyk nurkowych stosowanych przez rekreacyjnych nurków w Europie i porównać je z zalecanymi praktykami. Po drugie, badano czynniki ryzyka niezwiązane z ciśnieniem, takie jak wiek, płeć i budowa ciała nurka, jak również inne czynniki środowiskowa i ich potencjalny wpływ na formowanie się pęcherzyków. Po trzecie, badacze mieli nadzieję na zidentyfikowanie jakichkolwiek czynników ryzyka związanych z faktycznymi przypadkami DCS.



Zagadka DCS

Z powodu rosnącej popularności nurkowania liczba wykonanych nurkowań rośnie z roku na rok, a razem z nią ilość przypadków DCS. Chociaż liczba nurków i dokładna liczba przypadków DCS jest nieznana, wystąpienie choroby dekompresyjnej jest relatywnie rzadkie: wynosi 0,01-0,1% na każde nurkowanie. Najwyższy współczynnik DCS występuje u nurków zawodowych, najniższy u nurków rekreacyjnych i nurkujących na potrzeby nauki. Mimo tego, że ryzyko wystąpienia choroby dekompresyjnej jest niewielkie, jej konsekwencje mogą być dramatyczne.

Chociaż dokładny mechanizm powstawania DCS jest nadal w fazie dyskusji^[1], naukowcy generalnie zgadzają się ze sobą, że głównym winowajcą są pęcherzyki gazu w naczyniach krwionośnych zwane VGE (vascular gas emboli). Jednak w organizmie nurka mogą występować „nieme” VGE widoczne na monitorze USG Dopplera i nie dawać żadnych symptomów DCS.

Obecnie wykorzystywane procedury dekompresji są dobrze znane i szeroko akceptowane i tu właśnie jest zagwozdka. Większość przypadków DCS jest „nieoczekiwana”, czyli zgodnie z obecnymi algorytmami dekompresyjnymi nie powinny mieć miejsca. W rezultacie uważa się je za „niezasłużone”, np. kiedy nurek dostanie DCS, chociaż wykonał nurkowanie dokładnie według wskazań komputera.

“Problem modeli dekompresyjnych używanych w dzisiejszych czasach polega na tym, że biorą one pod uwagę tylko nasycenie i wysycenie gazu obojętnego pomijając mikropęcherzyki, prekursorów VGE, które uważa się za główną przyczynę powstawania pęcherzyków dekompresyjnych”, wyjaśnia współautor badania i wiceprezes ds. badań i edukacji w DAN Costantino Balestra. Według Balestry, [wyniki nowego badania](#) sugerują, że procesy biologiczne w organizmie nurka mogą oddziaływać na mikropęcherzyki, co

powoduje tworzenie się VGE. Z tego powodu podatność i styl życia danej osoby stają się niezwykle ważne w prognozowaniu wystąpienia DCS.



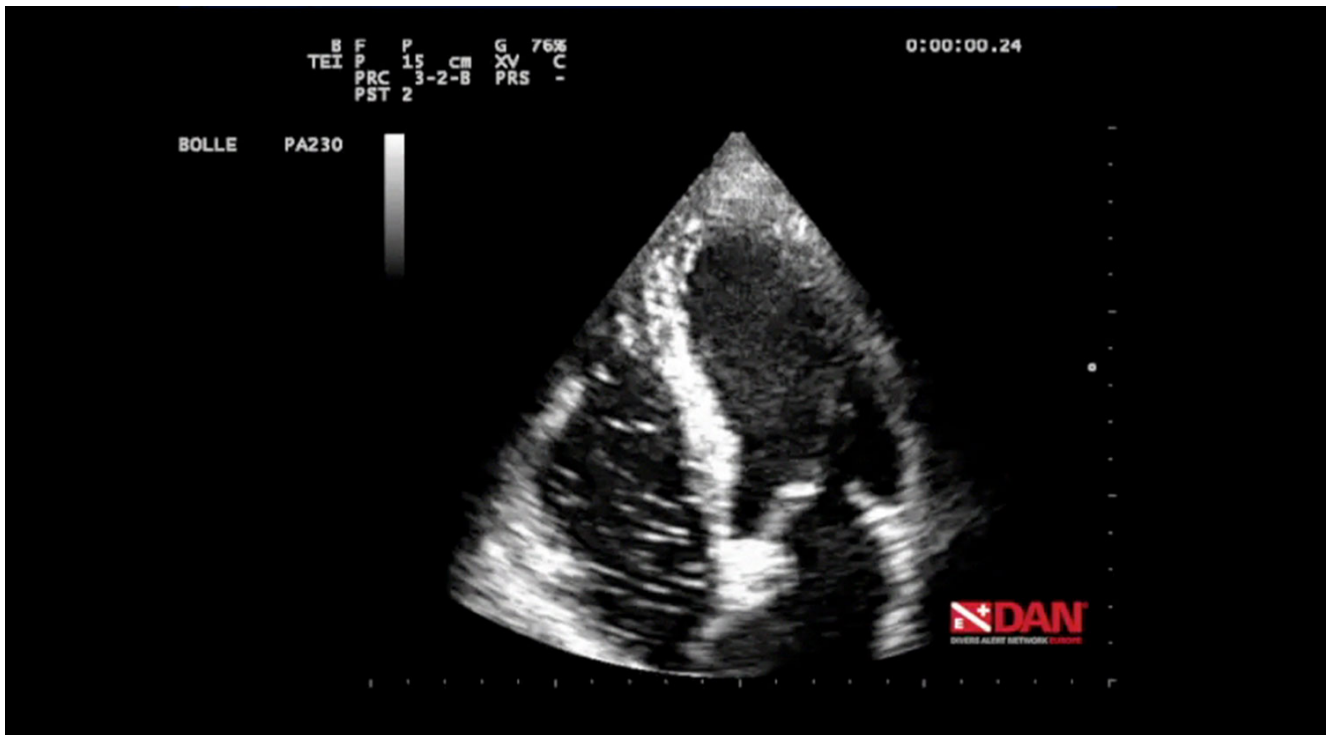
Wyniki badania

Badacze przeprowadzili szczegółową analizę statystyczną danych antropometrycznych nurków, czynników ryzyka i danych dotyczących każdego nurkowania. W analizie uwzględniono wyliczenie wskaźnika masy ciała u nurka (BMI) i kluczowy [Gradient Factor \(GF\)](#), który określa „przesycenie” tkanek azotem jako część maksymalnej dozwolonej wartości dla każdej tkanki na danym nurkowaniu. Tkanki zostały podzielone na szybkie, średnie i wolne. Badacze stworzyli również skalę oceny ilości pęcherzyków w przypadku nurkowań, po których wykonano badanie dopplerowskie, aby porównać je do czynników ryzyka.

Oto co odkryli.

Większość nurkowań rekreacyjnych została wykonana w „bezpiecznej” strefie, średnia głębokości wynosiła 27 metrów, czas nurkowania to 46 minut, a przeciętny kluczowy GF wynosił 0,66% co oznacza, że przeciętne przesycenie tkanki wynosiło 66% maksymalnego dozwolonego limitu. Średnia prędkość wynurzenia była mniejsza, niż obecnie zalecana prędkość 9-10 metrów/minutę. Co ważniejsze, pominięto bardzo małą liczbę przystanków dekompresyjnych. To wszystko oznacza, że nurkowie generalnie nurkują konserwatywnie.

Dodatkowo, chociaż podczas 6,3% nurkowań wystąpiły problemy (np. ze sprzętem), te problemy były poważne w mniej niż 0,6% przypadków (ok. 109 nurkowań). Dane z badania potwierdziły również, że największe stężenie pęcherzyków występuje od 30 do 45 minut po wynurzeniu na powierzchnię. To odkrycie jest bardzo znaczące i potwierdza, jak ważne jest unikanie niepotrzebnego wysiłku podczas tego momentu przerwy powierzchniowej.



Czynniki ryzyka i niezdolność do przewidzenia DCS

Głównym celem raportu było zbadanie, jak różne czynniki ryzyka wpływają na formowanie się pęcherzyków i ostatecznie na DCS, aby zwiększyć przewidywalność wystąpienia tej choroby. Interesujące jest to, że z analizy wynika, iż związek między formowaniem się pęcherzyków a wieloma czynnikami ryzyka, które zostały wzięte pod uwagę jest niewielki lub nie ma go wcale. Wygląda na to, że tylko wiek i BMI są powiązane z formowaniem się pęcherzyków.

Chociaż badacze nie odkryli znaczącego związku między ilością pęcherzyków a czynnikami ryzyka niezwiązanymi z profilem nurkowym, takimi jak niska widoczność i duża ilość zadań do wykonania, stwierdzili, że istnieje duże prawdopodobieństwo, iż wiele czynników ryzyka wywoła u nurka stres. To doprowadziło do powstania hipotezy, że czynniki humoralne, czyli związki chemiczne uwalniane podczas stresu mogą mieć wpływ na formowanie się pęcherzyków. Obecnie przeprowadzane są kolejne, bardziej szczegółowe badania dotyczące tych czynników.

Analiza 320 przypadków DCS okazała się fascynująca i potwierdziła, jak trudno jest przewidzieć chorobę dekompresyjną. W około 93% przypadków wystąpienia DCS nurkowie przestrzegali wszystkich procedur dekompresji – takie przypadki można określić jako „niezasłużone”. Tylko w ośmiu na 320 przypadków DCS, Gradient Factor był większy niż jeden, czyli ok. 2,5% wystąpień choroby dekompresyjnej można było „przewidzieć” przy pomocy algorytmu. Ciekawe jest to, że we wszystkich ośmiu przypadkach mieliśmy do czynienia albo z szybkimi, albo z wolnymi tkankami. Te wyniki pokazują, że potrzebne są dalsze badania oraz bardziej psychologiczne podejście do problemu, jak wspomniano powyżej.



Kolejne kroki

DAN Europe szykuje serię projektów, aby po zebraniu większej ilości danych kontynuować pracę, która została zapoczątkowana w tym projekcie. Badacze planują także zebranie bardziej „technicznych” danych obejmujących nurkowania na rebriderach i z użyciem mieszanek oddechowych z helem oraz rozszerzenie bazy danych o freediverów. DAN niedługo wypuści na rynek nowe programy komputerowe, które ułatwią nurkom przekazywanie informacji.



^[1] Według najnowszych hipotez pęcherzyki gazu obojętnego mogą spowodować wyzwolenie mechanizmu komórkowego, przez co DCS można przyrównać do choroby zapalnej ([Thom et al., 2015](#)). Te hipotezy sprawiają, że warto przyjrzeć się bliżej “niemym pęcherzykom”, aby zidentyfikować kolejne czynniki ryzyka, które mogą korelować ze wzrostem tworzenia się pęcherzyków i DCS.

O autorze

Michael jest nagradzonym dziennikarzem i technologiemi, który od dziesięcioleci pisze artykuły na temat nurkowania i technologii nurkowych. To on stworzył nazwę „nurkowanie techniczne”. Jego artykuły były publikowane w takich magazynach jak Alert Diver, DIVER, Quest, Scientific American, Scuba Times, Sports Diver, Undercurrent, Undersea Journal, WIRED i X-Ray. Michael stworzył i był redaktorem naczelnym aquaCORPS – magazynu, który pomógł wprowadzić nurkowanie techniczne do nurtu nurkowania rekreacyjnego. Zorganizował również pierwsze konferencje Tek, EuroTek i AsiaTek.