Dogłębna analiza bazy danych DAN dotyczącej DCS

Regularni czytelnicy tego magazynu mają świadomość, że spersonalizowana dekompresja jest głównym, długookresowym celem badawczym zespołu naukowego DAN Europe pod kierownictwem profesora Alesandro Marroni.

To nie jest łatwa misja. Badania hiperbaryczne zazwyczaj dysponują bardzo małymi próbkami, przez co wyizolowanie indywidualnych czynników, które mają znaczenie statystyczne jest niezwykle trudne.

DAN ma jednak asa w rękawie – a może nawet całą talię kartę: bazę danych zebraną w ciągu 15 lat i zawierającą informacje pobrane z komputerów nurkowych na temat 127.957 wykonanych nurkowań, w tym 628, po których nurkowie dostali DCS. Zgromadzenie tak dużej ilości danych i skorelowanie wyników z komputerów różnych marek, aby można je było porównać pokazuje ogromny wysiłek ze strony badaczy.

Dane zostały przekazane przez 5907 osób, z których około 80% to mężczyźni i 20% to kobiety. Liczba profilów nurkowych przesłanych przez uczestników wynosiła między 1 a 1432 (przeciętnie 3).

Do każdego profilu dołączono dokumentację w formie kwestionariusza wypełnionego przez nurka, w którym podaje on podstawowe dane osobowe, takie jak wiek, płeć, wzrost, waga oraz informacje dotyczące samopoczucia fizycznego i doznań podczas nurkowania.

W niedawno opublikowanym badaniu naukowcy z DAN przeprowadzili skomplikowaną analizę statystyczną całej bazy danych, aby zidentyfikować parametry, które zwiększają ryzyko DCS po nurkowaniu. W tym celu

nurkowania zostały podzielone na dwie główne grupy: te, po których wystąpiła choroba dekompresyjna i te, po których nie wystąpiła. Następnie naukowcy porównali je, biorąc pod uwagę potencjalne czynniki, które mogą mieć wpływ na prawdopodobieństwo, że nurkowanie znajdzie się w jednej lub w drugiej grupie.

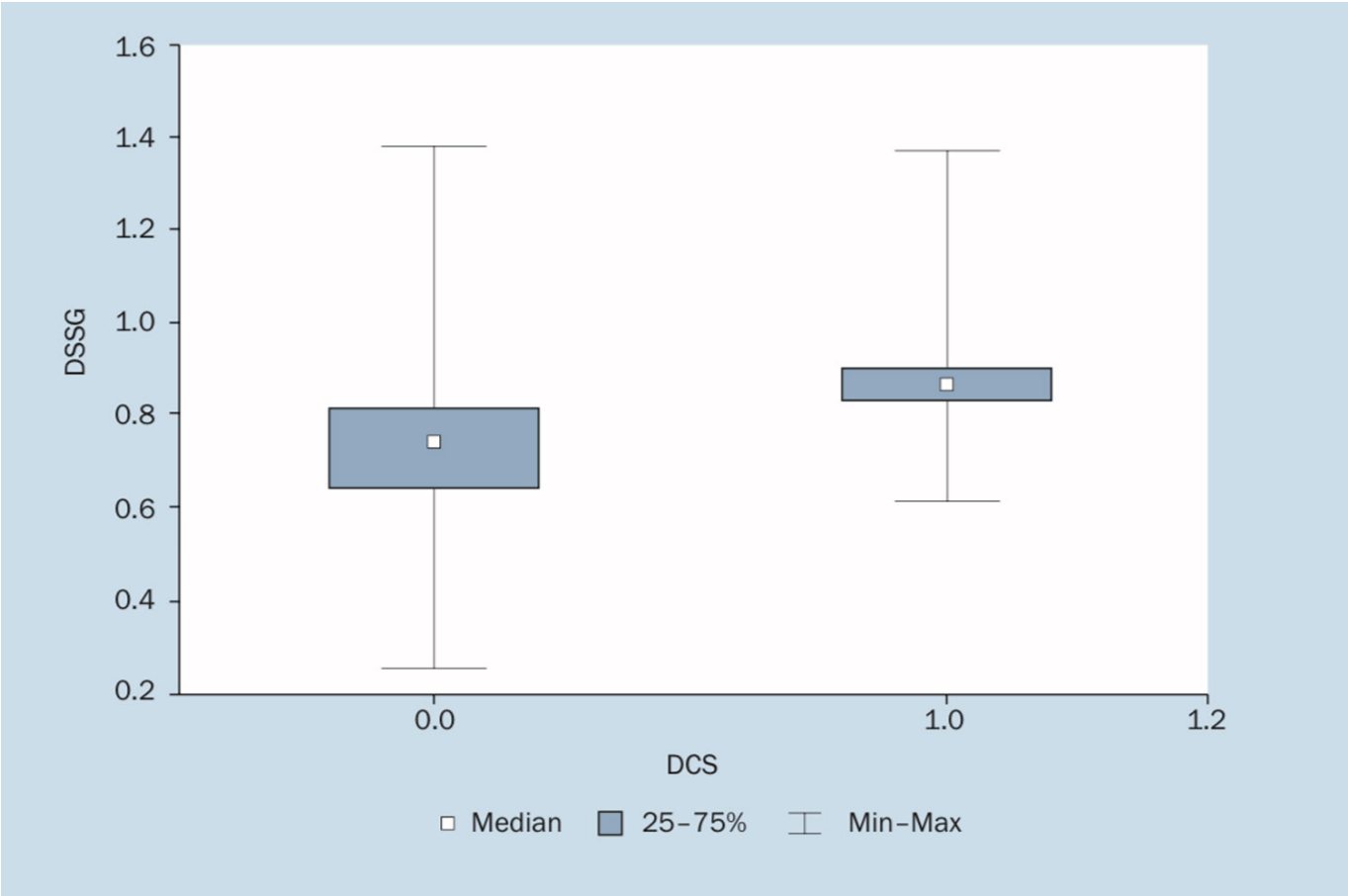
Profil nurkowy

Profile nurkowe zostały przeanalizowane w celu znalezienia *kompartmentu wiodącego,* czyli jednej z szesnastu tkanek teoretycznych w algorytmie Bühlmann ZHL-16C, która ma największe przesycenie oraz *gradient factor* dla tego kompartmentu po wynurzeniu na powierzchnię, czyli nasycenia gazu w odniesieniu do maksymalnej wartości teoretycznej (wartości M) wyrażonego w procentach.

Ponieważ nie wszystkie komputery używają algorytmu Bühlmanna lub śledzą gradient factor po wynurzeniu, badacze musieli przeliczyć odpowiednie wartości z profilu nurkowego. Otrzymany parametr (nazwany Gradientem Przesycenia na Powierzchni – *DAN Surface Supersaturation Gradient, DSSG)* został wykorzystany jako podstawa do porównania.

Odkryto, że nurkowania, po których nurek dostał DCS charakteryzowały się znacząco wyższym parametrem DSSG niż nurkowania bez problemu (86.6% vs. 74.3%). Ryzyko DCS było również większe, kiedy wiodący kompartment miał krótszą stałą czasową (kolokwialnie mówi się o nim „tkanka szybka”). Nurkowie mogą kontrolować obydwa czynniki ryzyka, wykonując dłuższe przystanki na płytkiej wodzie przed wynurzeniem.

Ogólnie stwierdzono, że profil nurkowy jest pojedynczym, najważniejszym czynnikiem określającym ryzyko DCS.



DSSG dla nurkowań, po których nurek dostał DCS (po prawej) vs. dla tych nurkowań, po których DCS nie

wystąpił (po lewej). Ciemne pole oznacza dwa środkowe kwartyle (połowa profilów nurkowych). Kreski pokazują granice zakresu.

Bycie kobietą

Wydaje się, że u kobiet ryzyko wystąpienia DCS jest większe niż u mężczyzn (około cztery razy).

Przyczyna tej rozbieżności nie jest do końca jasna. Może być to związane z takimi czynnikami jak różnice między płciami w funkcji śródbłonka (błony komórkowej), krzepnięciu krwi i reakcji zapalnej w odpowiedzi na obciążenie dekompresją. Badania w laboratorium wykazały, że czynniki określające odporność na DCS nie są takie same w przypadku samców i samic – u szczurów. Być może odnosi się to też do ludzi.

W rozmowie e-mailowej z *Alert Diver* naukowcy stwierdzili, że obecne badanie DAN nie rozróżnia kobiet w wieku przed pierwszą miesiączką, w wieku rozrodczym i około lub po menopauzie. To rozróżnienie być może zapewni w przyszłości dodatkowe wskazówki, jak działają te mechanizmy.

Aby zrozumieć kontekst, należy pamiętać, że poważna choroba dekompresyjna występuje bardzo rzadko u obu płci. Jeśli pomnożysz bardzo małą liczbę przez cztery, nadal otrzymasz bardzo małą liczbę. Dlatego kontynuuj nurkowanie i nie odwieszaj płetw!

Nurkowanie techniczne

Nurkowanie techniczne jest bardziej ryzykowne niż rekreacyjne. Jeśli wszystkie inne czynniki są takie same, w nurkowaniach określanych jako „techniczne” ryzyko DCS jest o 36% większe niż w nurkowaniach rekreacyjnych.

W badaniu liczba gazów zabieranych pod wodę była używana jako wytyczna do określenia trudności nurkowania technicznego i okazało się, że ryzyko DCS jest skorelowane z tą liczbą. Naukowcy przyznają, że z powodu coraz częstszego używania rebreatherów liczba gazów staje się mniej przydatną miarą.

Wskaźnik masy ciała (BMI)

Badacze DAN podzielili nurków na osiem kategorii BMI: od poważnej niedowagi po kliniczną otyłość. Odkryto, że kategoria BMI (nie bezpośrednio BMI) koreluje z ryzykiem DCS i, co jest jednym z najbardziej zaskakujących wniosków z tego badania, nie odnosi się to tylko do nurków z nadwagą lub otyłością.

Zamiast tego krzywa ma kształt litery U, czyli ryzyko jest większe na obu końcach spektrum. Oznacza to, że poważna niedowaga wydaje się zwiększać ryzyko wystąpienia DCS u nurka (+15%). Tylko skrajności mają znaczenie statystyczne – czyli dotyczy to ludzi patologicznie chudych lub otyłych.

Nurkowania powtórzeniowe i przerwy powierzchniowe

Odkryto interesujący fakt, że podczas nurkowań powtórzeniowych ryzyko DCS było mniejsze niż podczas nurkowań poprzedzających. Jest to kolejny dowód na to, że ludzkie ciało przystosowuje się do obciążenia dekompresją. Badacze piszą, że wszystkie nurkowania z przerwą powierzchniową wynoszącą 48 godzin lub mniej były traktowane jak powtórzeniowe.

W połączeniu ze stwierdzeniem, że każda dodatkowa godzina przerwy powierzchniowej zmniejszała ryzyko DCS o 6%, odkrycie to sugeruje, iż wykonywanie niewielkiej liczby nurkowań dziennie z długimi przerwami powierzchniowymi przez kilka dni pod rząd może być najbezpieczniejszym podejściem do minimalizowania ryzyka DCS.

Zmęczenie, ćwiczenia fizyczne przed nurkowaniem, wysiłek podczas nurkowania i komfort termiczny

W ankiecie poproszono nurków, aby podali informacje, czy ćwiczyli przed nurkowaniem (cztery kategorie, od „nie" do „ciężkie ćwiczenia"), czy czuli zimno lub zmęczenie i jak oceniliby wysiłek fizyczny podczas nurkowania.

Ćwiczenia przed nurkowaniem wykazały pozytywną korelację z ryzykiem DCS. Badacze piszą, że to odkrycie powinno być traktowane z dużą ostrożnością, ponieważ ćwiczenia fizyczne to złożony temat, którego nie da się łatwo określić jednym parametrem. Dodatkowo specjalne badania sugerują, że wstępne przygotowanie za pomocą lekkich ćwiczeń przed nurkowaniem może być wykorzystywane do zmniejszenia ryzyka DCS.

Okazało się, że zarówno uczucie zmęczenia, jak i zimna chroniły nurka (zmniejszały ryzyko DCS). Wyniki te mogą wydawać się sprzeczne z intuicją. Jeśli chodzi zwłaszcza o zimno, bardzo znane badanie z 2007 roku przeprowadzone przez US Navy Experimental Diving Unit (NEDU) pokazało, że uczucie zimna podczas fazy dennej nurkowania i ciepła podczas wynurzania zmniejsza ryzyko DCS. Możliwe wytłumaczenie jest takie, że z powodu odczuwalnego dyskomfortu (opisanego przez samego nurka) osoba ta zachowuje się bardziej konserwatywnie.

Stwierdzono że duży wysiłek (ponownie opisany przez samego nurka) zwiększa ryzyko DCS, co jest zgodne z ugruntowaną wiedzą.

Przyszłe badania

Ze względu na charakter tego badania, czynniki takie jak zmęczenie, ćwiczenia przed nurkowaniem, wysiłek fizyczny i komfort termiczny nie mogą być zmierzone obiektywnie. Dlatego wyniki w tych obszarach są mniej jednoznaczne niż te dotyczące na przykład profilów nurkowych lub różnic między płciami.

Dotarcie do sedna tych ważnych współzależności wymaga użycia urządzeń biomonitorujących, które zapisują takie parametry jak tętno, częstość oddechu, natlenienie krwi oraz temperaturę skóry i ciała. DAN od wielu lat aktywnie realizuje badania na tym polu dzięki wewnętrznemu systemowi DANA Health i planuje rozwinąć swoje działania wykorzystując nowe, urządzenie biomonitorujące, które nurek może na siebie założyć i które pozwala wykonać pełne ECD pod wodą (*raport Alert Diver*).

Kilka słów od badaczy i prognoza na przyszłość

Kiedy poprosiliśmy profesora Constantino Balestrę, aby podsumował wyniki badania, podkreślił on, że wiele wyników jest sugestywnych, ale nie są one definitywne:

> *„W artykule znajduje się kilka sugestii, że istnieją dwa rodzaje parametrów, niektóre zależne, a inne niezależne od ryzyka DCS i że nie zawsze zgadzają się one z konwencjonalną mądrością. Przykładowo, BMI jest związane z większym ryzykiem choroby tylko w ekstremalnych przypadkach, czyli u osoby „bardzo chudej" lub „bardzo otyłej". Parametrem zidentyfikowanym w artykule, który daje największą możliwość przewidzenia DCS jest DSSG".*

Założyciel i Dyrektor Generalny DAN EU Alessandro Marroni przedstawia perspektywę na przyszłość:

> *„To badanie jest pierwszym, ważnym krokiem w kierunku personalizacji ryzyka nurkowania, biorąc pod uwagę indywidualne cechy, poziom akceptacji ryzyka (wysoki, średni, niski), metodę nurkowania, rodzaj sprzętu i ilość gazu.*
>
> *Połączenie tych wyników z coraz większą ilością danych dotyczących reakcji fizjologicznych na nurkowanie pozwoli wykonać kolejny krok w kierunku prawdziwej indywidualizacji praktyk nurkowych: rozwój probabilistycznego, fizjologicznego modelu, aby zmniejszać i kontrolować ryzyko u danej osoby".*

Badanie to nie daje nam, nurkom jeszcze jasnych zaleceń, jak planować dekompresję lub ustawiać komputery oprócz tego, że musimy konserwatywnie określać nasz gradient factor (high) i powoli wynurzać się z ostatniego przystanku dekompresyjnego lub bezpieczeństwa.

Komputery w przyszłości będą prawdopodobnie miały coraz więcej funkcji biometrycznych. Badania takie jak to opisane w tym artykule będą potrzebne, aby interpretować wyniki pomiarów i zapewniać wskazówki, które można wdrożyć.

Tłumacz: Agnieszka Kostera-Kosterzewska