Databáze DAN dekompresních onemocnění souvisejících s hlubokými ponory

Pravidelní čtenáři tohoto časopisu vědí, že personalizovaná dekomprese je primárním dlouhodobým výzkumným cílem, který sleduje vědecký tým DAN Europe pod vedením profesora Alessandra Marroniho.

Není to snadný úkol. Studie v hyperbarické vědě mají obvykle velmi malou velikost vzorku, což velmi ztěžuje izolování jednotlivých faktorů se statistickou významností.

DAN má však v rukávu eso – nebo případně celý balíček karet: vlastní databázi 127957 skutečných ponorů, včetně 628, které vyústily v DCS, doplněnou o data z potápěčských počítačů, shromážděná za období 15 let. Nashromáždit tak obrovské množství dat a harmonizovat záznamy z potápěčských počítačů různých značek tak, aby je bylo možné porovnávat, znamenalo vynaložit ze strany výzkumníků obrovské úsilí.

K záznamům přispělo 5 907 jednotlivých potápěčů, z nichž asi 80 % byli muži, 20 % ženy. Každý účastník předložil 1 až 1,432 profilů ponorů (medián: 3).

Ke každému z těchto profilů je přiložena další dokumentace v podobě dotazníku vyplněného potápěčem, ve kterém jsou uvedeny základní osobní údaje jako věk, pohlaví, výška, váha a také informace o jejich fyzické pohodě a o tom, jak ponor prožívali.

V nedávno zveřejněné studii provedli výzkumníci DAN komplexní statistickou analýzu celé své databáze, aby identifikovali parametry, které ovlivňují pravděpodobnost ponoru, který povede k následnému DCS. Za tímto účelem byly ponory rozděleny do dvou hlavních skupin: ty, které vedly k DCS, a ty, které ne. Vědci

poté porovnali obě skupiny pro řadu potenciálních metrik, které mohou ovlivnit pravděpodobnost, že ponor skončí v jedné ze zmíněných skupin.

Podívejme se na to, co se zjistilo.

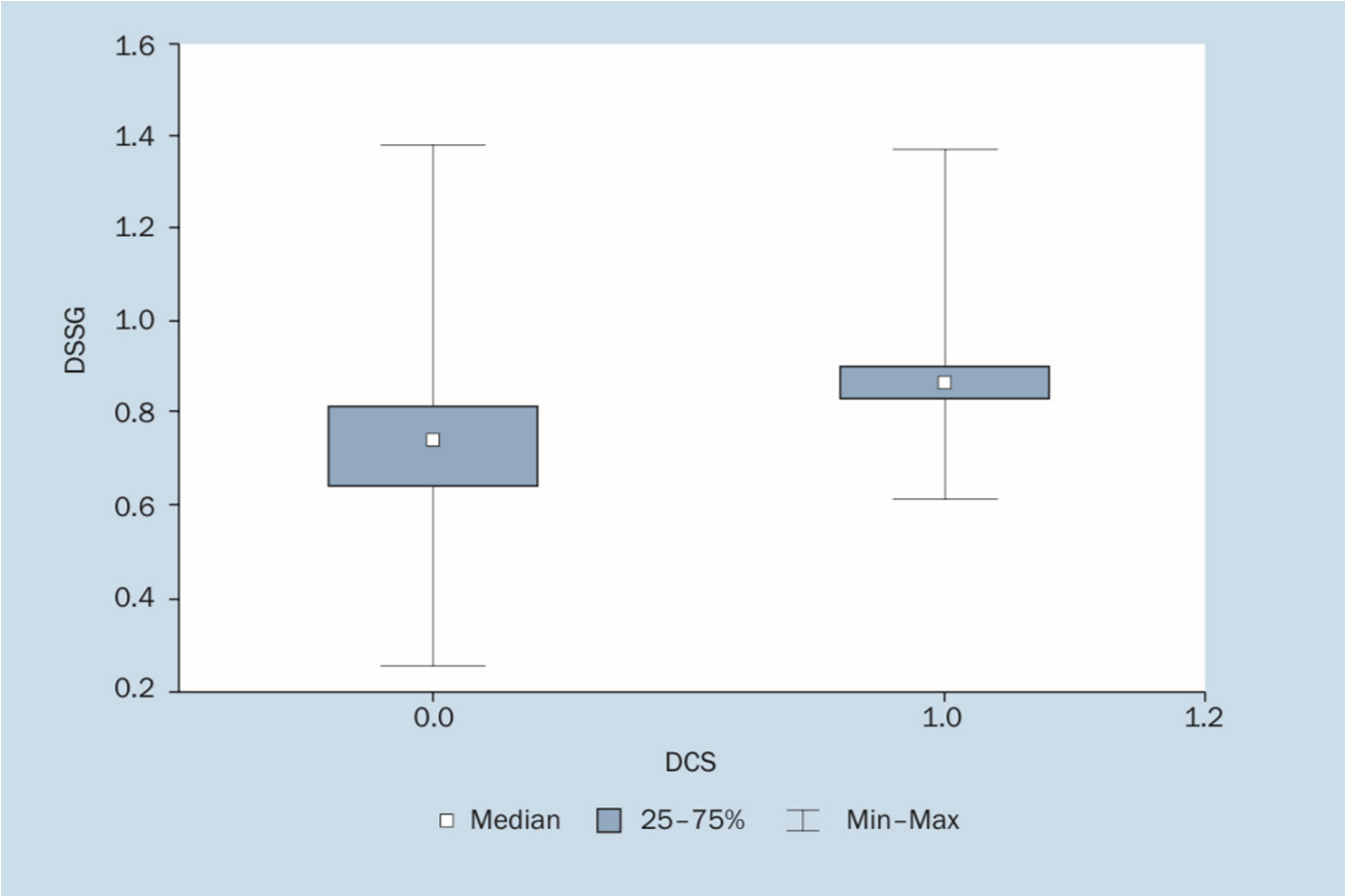
Profil ponoru

Analyzovaly se profily ponoru tak, aby se určila převažující složka – tedy taková, která ze 16 teoretických tkáňových součástí v algoritmu Bühlmann ZHL-16C vykazovala nejvyšší přesycení – a také gradientový faktor pro tuto složku při vynoření, tj. napětí plynu vzhledem k teoretickému maximu (M-hodnota), vyjádřené v procentech.

Protože ne všechny potápěčské počítače automaticky používají Bühlmannův algoritmus nebo sledují gradientový faktor při vynoření, museli vědci zpětně vypočítat potřebné hodnoty z informací o profilu ponoru. Výsledná metrika (nazývaná DAN Surface Supersaturation Gradient neboli DSSG, tj. gradient přesycení na hladině podle DAN) byla použita jako základ pro srovnání.

Zjistilo se, že ponory s DCS mají výrazně vyšší DSSG než ponory, které skončily bez nehody (86,6 % oproti 74,3 %). Také se zjistilo, že riziko DCS je vyšší, když má převažující složka kratší časovou konstantu (hovorově známou jako „rychlá tkáň“). Potápěči mohou mít pod kontrolou oba tyto rizikové faktory tím, že před vynořením provedou delší zastávky v mělké vodě.

Celkově bylo zjištěno, že profil ponoru je jednoznačně nejdůležitějším faktorem určujícím riziko DCS.



Legenda k **obrázku 4**. Pravděpodobnost dekompresní nemoci (DCS) v závislosti na DAN Surface Supersaturation Gradient (DSSG) v jednorozměrné analýze

DSSG pro ponory vedoucí k DCS (vpravo) oproti bez DCS (vlevo). Tmavý rámeček zobrazuje dva prostřední kvartily (polovina počtu profilů ponoru). Pruhy ukazují extrémy rozsahu.

Co znamená být ženou

Zdá se, že potápěčky se ocitají v průměru ve větším nebezpečí (asi čtyřikrát vyšším), že je postihne DCS, než je tomu u mužů.

Příčina tohoto rozporu není zcela jasná. Může to souviset s faktory, jako jsou rozdíly mezi pohlavími ve funkci endotelu (buněčné membrány), koagulace krve a zánětlivá reakce na dekompresní stres. Laboratorní studie ukázaly, že faktory určující rezistenci vůči DCS nejsou stejné u samců a samic – u potkanů. To se může týkat i lidí.

V e-mailové konverzaci s časopisem *Alert Diver* vědci uvedli, že současná studie DAN nerozlišuje mezi potápěčkami v premenstruačním, plodném a (post-)menopauzálním věku a že tato diferenciace může poskytnout další vodítka ohledně přesných mechanismů, které budou v budoucnu fungovat.

Zároveň je třeba připomenout, že závažné DCS se vyskytuje u lidí obou pohlaví mimořádně vzácně. Pokud se vynásobí velmi nízké číslo čtyřmi, stále se jedná o velmi nízké číslo. Takže, dámy prosím, pokračujte v potápění a ploutve neodkládejte!

Technické potápění

Technické potápění je riskantnější než rekreační. Pokud se všechny ostatní ponory považují za stejné, ponory označené jako „technické“ s sebou nesou o 36 % vyšší riziko DCS než rekreační ponory.

Ve studii byl počet s sebou nesených plynů použit jako ukazatel náročnosti a složitosti technického ponoru a bylo zjištěno, že riziko DCS s tímto číslem koreluje. Výzkumníci však připouštějí, že se stále běžnějším používáním CCR se počet nesených plynů stává méně užitečným jako metrika.

Index tělesné hmotnosti (BMI)

Vědci z DAN zařadili potápěče do osmi kategorií BMI, od silné podváhy po morbidně obézní. Bylo zjištěno, že kategorie BMI (nikoli přímo BMI) koreluje s rizikem DCS, a – to je jedno z překvapivějších zjištění této studie – nejen u potápěčů s nadváhou nebo obezitou.

Místo toho má křivka tvar písmene U se zvýšeným rizikem na obou koncích spektra. To znamená, že i výrazná podváha zřejmě zvyšuje u potápěče riziko, že jej postihne DCS (+15 %). Statistická významnost byla prokázána pouze pro extrémy – patologicky štíhlé a patologicky obézní osoby.

Opakované ponory a intervaly na hladině

Zajímavé bylo zjištění, že opakované ponory s sebou nesou nižší riziko DCS než ty bezprostředně předcházející, což podporuje teorii, že se lidské tělo dekompresnímu stresu přizpůsobuje. Výzkumníci píší, že všechny ponory s intervalem na hladině 48 hodin nebo méně byly považovány za opakované.

Ve spojení se zjištěním, že každá další hodina intervalu na hladině snížila riziko DCS o 6 %, to naznačuje, že provádění malého počtu ponorů za den, s dlouhými intervaly na hladině a během několika po sobě jdoucích dnů, by mohlo být nejbezpečnějším přístupem z hlediska snížení rizika DCS.

Únava, cvičení před potápěním, zátěž při ponoru a tepelná pohoda

V dotazníku byli potápěči požádáni, aby poskytli informace o tom, zda před ponorem cvičili (čtyři kategorie od necvičili až po velmi náročné cvičení), zda pociťovali chlad nebo únavu a jak hodnotili pracovní zátěž během ponoru.

Cvičení před ponorem poskytlo pozitivní korelaci s rizikem DCS. Výzkumníci však upozorňují, že s tímto zjištěním by se mělo zacházet s vysokou mírou opatrnosti, protože cvičení je komplexní téma a nelze jej snadno zachytit v jediném parametru. Specializované studie navíc naznačují, že ke snížení rizika DCS lze použít jako prevenci lehké rozcvičení před ponorem.

K další zjištěním patří, že jak pocit únavy, tak pocit chladu mají ochranný účinek (snižují riziko DCS). Tyto výsledky se mohou zdát neintuitivní. Zejména pokud jde o chlad, známá studie experimentální potápěčské jednotky amerického námořnictva (NEDU) z roku 2007 ukázala, že chlad během pobytu u dna a teplo během výstupu snižuje riziko DCS. Možným vysvětlením je, že znatelné nepohodlí (které potápěč pociťuje) může způsobit, že potápěč bude jednat konzervativněji.

Bylo zjištěno, že vysoká pracovní zátěž (opět podle vlastního dojmu potápěče) zvyšuje riziko DCS, což je v souladu se zavedenými znalostmi.

Budoucí výzkum

U této studie je nutné si také uvědomit, že parametry, jako je únava, cvičení před ponorem, pracovní zátěž a tepelný stav, nelze objektivně měřit, což činí zjištění v těchto oblastech méně průkaznými než například ty, které se týkají profilů ponorů nebo rozdílů mezi pohlavími.

Dostat se až k „jádru“ těchto důležitých vzájemných závislostí vyžaduje použití biomonitorovacích zařízení, která zachycují faktory, jako je srdeční frekvence, frekvence dýchání, okysličení krve, teplota kůže a celková tělesná teplota. DAN již řadu let aktivně provádí výzkum v této oblasti se svým interním systémem DANA Health a plánuje rozšířit své úsilí pomocí nového nositelného podvodního biomonitorovacího zařízení schopného pod vodou poskytnout úplné EKG (časopis *Alert Diver o tom již informoval*).

Slova výzkumníků a výhled do budoucnosti

Když byl profesor Costantino Balestra požádán, aby shrnul výsledky studie, zdůraznil, že mnohá zjištění jsou sugestivní povahy, tedy nikoli definitivní:

> *„Článek přináší řadu náznaků, že existují dva různé typy parametrů, některé závislé a jiné nezávislé na riziku DCS, a že se ne vždy shodují s běžně platnými poznatky. Například BMI souviselo se zvýšeným rizikem pouze v extrémech ‚velmi štíhlé‘ nebo ‚velmi tlusté‘. Parametr s největší zjištěnou prediktivní schopností zmíněný v článku byl DSSG.“*

Zakladatel a generální ředitel DAN EU profesor Alessandro Marroni poskytuje výhled do budoucnosti:

> *„Tato studie je prvním důležitým krokem k personalizaci potápěčského rizika podle individuálních*

> *charakteristik, úrovně ochoty riskovat (vysoká, střední, nízká), způsobů potápění, typu vybavení a množství plynů.*
>
> *Kombinace těchto zjištění s rostoucím objemem dat o fyziologických reakcích na potápění umožní další krok ke skutečné individualizaci potápěčských praktik: vývoj pravděpodobnostního, fyziologického modelu pro zmírnění a kontrolu individuálního rizika.“*

Pro nás potápěče studie zatím nepřináší jasná doporučení, jak naplánovat naši dekompresi nebo nastavit naše počítače, kromě toho, že jsme konzervativní, co se týče našeho gradientového faktoru (ten je vysoký) a pomalého výstupu od konečné dekompresní nebo bezpečnostní zastávky.

Budoucí potápěčské počítače však budou pravděpodobně obsahovat rostoucí počet biometrických funkcí. K interpretaci měření a poskytnutí užitečných rad bude zapotřebí podobný výzkum, jako je studie uvedená v tomto článku.

Překladatel: Klement Hartinger