

DAN's DCS Database Diepe Duik

Trouwe lezers van dit tijdschrift weten dat gepersonaliseerde decompressie een belangrijk langetermijnonderzoeksdoel is dat wordt nagestreefd door het wetenschappelijke team van DAN Europe onder leiding van prof. Alessandro Marroni.

Dit is geen gemakkelijke missie. Studies in hyperbare wetenschap hebben doorgaans zeer kleine steekproefgroottes, wat het buitengewoon moeilijk maakt om individuele factoren met statistische significantie te isoleren.

DAN heeft echter een troef achter de hand – of een heel kaartspel, wat het geval is: een database van 127.957 echte duiken, waaronder 628 die hebben geleid tot DCS, compleet met gegevens van duikcomputers, verzameld over een periode van 15 jaar. Het verzamelen van zo'n enorme hoeveelheid data en het harmoniseren van gegevens van verschillende merken duikcomputers zodat ze vergeleken kunnen worden, is een monumentale inspanning van de onderzoekers.



De gegevens werden aangeleverd door 5.907 individuele duikers, waarvan ongeveer 80% man en 20% vrouw waren. Elke deelnemer leverde tussen de 1 en 1.432 duikprofielen aan (mediaan: 3).

Elk van deze profielen wordt voorzien van aanvullende documentatie in de vorm van een vragenlijst die door de duiker werd ingevuld, waarin ze basisgegevens geven zoals leeftijd, geslacht, lengte, gewicht, evenals informatie over hun fysieke welzijn en hoe ze de duik hebben ervaren.

In een recent gepubliceerde [studie](#) voerden DAN-onderzoekers een complexe statistische analyse uit over hun hele database om parameters te identificeren die de kans beïnvloeden dat een duik resulteert in een

DCS-hit. Hiervoor werden duiken ingedeeld in twee hoofdgroepen: degenen die tot DCS leidden en degenen die dat niet deden. De wetenschappers vergeleken vervolgens beide groepen op een reeks potentiële meetwaarden die de kans kunnen beïnvloeden dat een duik in een van beide groepen terechtkomt.

Laten we eens kijken naar de bevindingen.

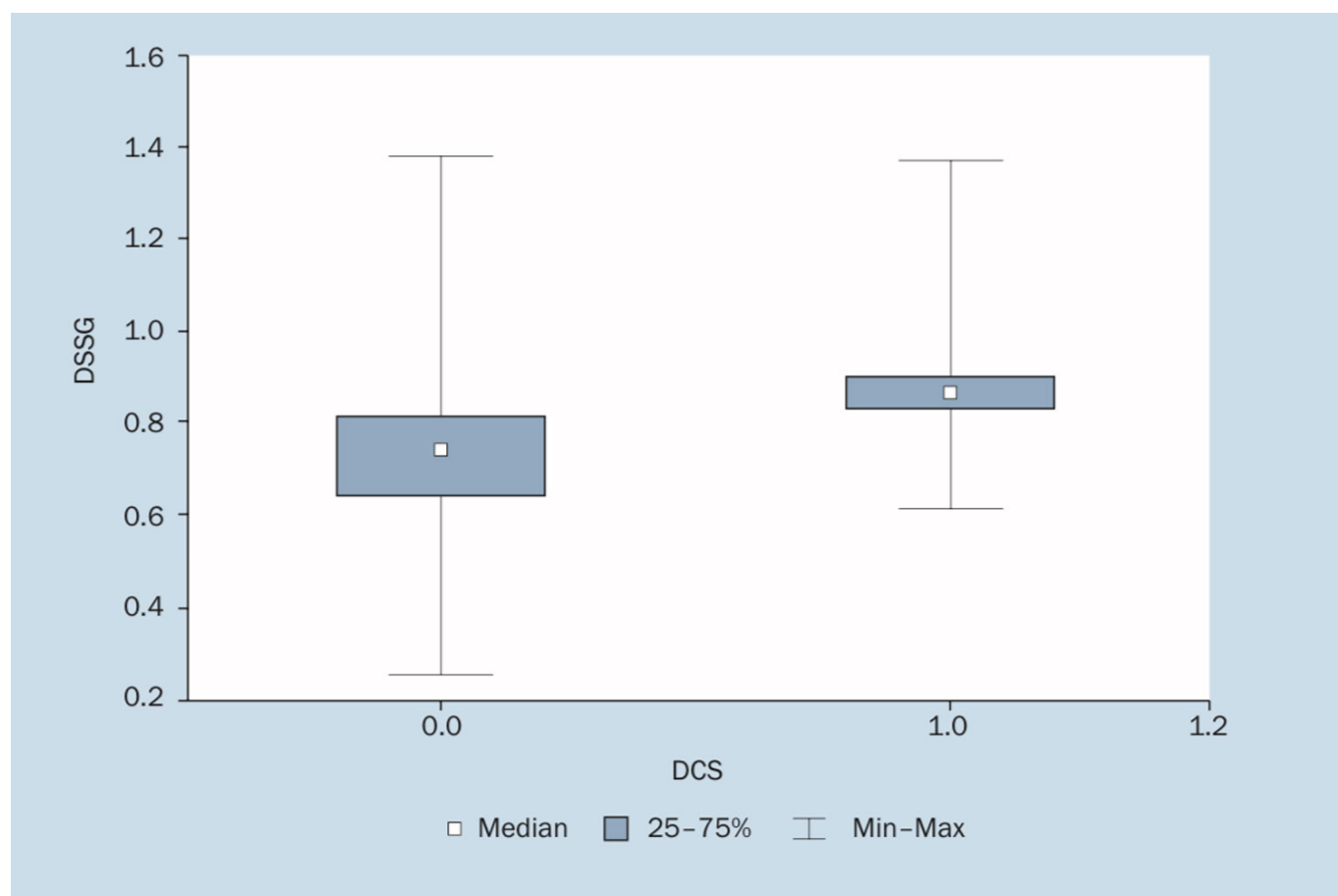
Duikprofiel

Duikprofielen werden geanalyseerd om het *leidende compartiment* te identificeren – dat wil zeggen welke van de 16 theoretische weefselcompartimenten in het Bühlmann ZHL-16C-algoritme de hoogste oversaturatie had – evenals de *gradiëntfactor* voor dat compartiment bij het opstijgen, d.w.z. de gasspanning ten opzichte van het theoretische maximum (M-waarde), uitgedrukt als percentage.

Omdat niet alle duikcomputers het Bühlmann-algoritme standaard gebruiken of de gradiëntfactor bij het opstijgen bijhouden, moesten de wetenschappers achteraf noodzakelijke waarden berekenen op basis van de duikprofielinformatie. De resulterende metriek (genaamd *DAN Surface Supersaturation Gradient*, of *DSSG*) werd gebruikt als basis voor vergelijking.

Duiken die DCS opleverden, bleken een significant hogere DSSG te hebben dan duiken die zonder incidenten eindigden (86,6% versus 74,3%). Het DCS-risico bleek ook groter te zijn wanneer het leidende compartiment een kortere tijdconstante had (in de volksmond bekend als ‘snel weefsel’). Duikers kunnen beide risicofactoren beheersen door lange stops te maken in ondiep water voordat ze aan de oppervlakte komen.

Al met al bleek het duikprofiel de belangrijkste factor te zijn die het DCS-risico bepaalt.



DSSG voor duiken die resulteren in DCS (rechts) versus niet resulteren in DCS (links). De donkere box toont de middelste twee kwartielen (de helft van het aantal duikprofielen). De balken tonen de uitersten van het bereik.

Vrouw zijn

Gemiddeld lijken vrouwelijke duikers een groter risico te hebben (ongeveer vier keer hoger) op het krijgen van DCS dan mannen.

De oorzaak van deze discrepantie is niet helemaal duidelijk. Het kan verband houden met factoren zoals geslachtsverschillen in de endotheel functie (celmembranen), bloedstolling en de ontstekingsreactie op decompressiestress. Laboratoriumstudies hebben aangetoond dat de factoren die resistentie tegen DCS bepalen niet hetzelfde zijn voor mannen en vrouwen – bij ratten. Dit kan ook voor mensen gelden.

In een e-mailgesprek met *Alert Diver* verklaarden de onderzoekers dat de huidige DAN-studie geen onderscheid maakt tussen vrouwelijke duikers van premenstruele, vruchtbare en (post)menopauzale leeftijd, en dat deze differentiatie in de toekomst verdere aanwijzingen kan geven over de exacte mechanismen die aan het werk zijn.

Ter context: het is goed om te bedenken dat ernstige DCS uiterst zeldzaam blijft bij mensen van beide geslachten. Als je een heel laag getal met vier vermenigvuldigt, heb je nog steeds een heel laag getal. Dus blijf alsjeblieft duiken en hang je vinnen niet op!



Techduiken

Technisch duiken is riskanter dan recreatief duiken. Als alles gelijk is, brengen duiken die als 'technisch' worden geïdentificeerd een 36% hoger risico op DCS met zich mee dan recreatieve duiken.

In de studie werd het aantal meegevoerde gassen gebruikt als maatstaf voor de omvang en complexiteit van een technische duik, en het DCS-risico bleek met dat aantal overeen te komen. De onderzoekers geven toe dat met het steeds vaker gebruik van CCR's het aantal meegevoerde gassen minder bruikbaar wordt als maatstaf.

Body Mass Index (BMI)

De DAN-onderzoekers verdeelden duikers in acht BMI-categorieën, van ernstig ondergewicht tot morbide obesitas. De BMI-categorie (niet direct BMI) bleek te correleren met het DCS-risico, en – dit is een van de verrassende bevindingen van deze studie – niet alleen voor overgewicht of obesitas duikers.

In plaats daarvan is de curve U-vormig, met een verhoogd risico aan beide uiteinden van het spectrum. Dat wil zeggen, ernstig ondergewicht lijkt het risico van een duiker op DCS (+15%) te verhogen. Statistische significantie werd alleen aangetoond voor de extremen – pathologisch magere en pathologisch te dikke mensen.

Herhalingsduiken en oppervlakte-intervallen

Interessant genoeg bleek dat herhalingsduiken een lager DCS-risico met zich meebrengen dan de eerdere, wat verder ondersteunt dat het menselijk lichaam zich aanpast aan decompressiestress. De onderzoekers schrijven dat alle duiken met een oppervlakte interval van 48 uur of minder als herhaling werden beschouwd.

In combinatie met de bevinding dat elk extra uur oppervlakte-interval het DCS-risico met 6% verminderde, suggereert dit dat het doen van een beperkt aantal duiken per dag, met lange oppervlakte-intervallen en over meerdere, opeenvolgende dagen, de veiligste aanpak is om het DCS-risico te beheersen.



Vermoeidheid, bewegen voor het duiken, belasting tijdens een duik en thermisch comfort

In de vragenlijst werd aan de duikers gevraagd informatie te geven over of ze vóór een duik oefeningen hadden gedaan (vier categorieën van nee tot zware oefening), of ze zich koud of moe voelden, en hoe ze de belasting tijdens de duik beoordeelden.

Oefeningen vóór een duik leverden een positieve correlatie op met het DCS-risico. De onderzoekers schrijven dat deze bevinding met grote voorzichtigheid moet worden behandeld, aangezien lichaamsbeweging een complex onderwerp is en niet gemakkelijk in één parameter kan worden vastgelegd. Daarnaast suggereren gerichte studies dat preconditionering met lichte oefeningen vóór een duik kan worden gebruikt om het risico op DCS te verminderen.

Zowel het gevoel van vermoeidheid als kou bleken beschermend te zijn (waardoor het risico op DCS wordt verminderd). Deze resultaten kunnen tegenstrijdig lijken. Met name bij kou toonde een bekende studie uit 2007 van de US Navy Experimental Diving Unit (NEDU) aan dat kou tijdens de bodemfase en warmte tijdens de opstijging het DCS-risico vermindert. Een mogelijke verklaring is dat merkbaar ongemak (zelfgerapporteerd) een duiker conservatiever kan laten handelen.

Een hoge belasting (opnieuw zelf gerapporteerd) bleek het DCS-risico te verhogen, wat consistent is met de gevestigde kennis.

Toekomstig onderzoek

Het is de aard van deze studie dat parameters zoals vermoeidheid, oefenen vóór het duiken, werkdruk en thermische status niet objectief kunnen worden gemeten, waardoor de bevindingen op deze gebieden minder overtuigend zijn dan bijvoorbeeld die op duikprofielen of geslachtsverschillen.

Om deze belangrijke onderlinge afhankelijkheden te achterhalen, is het gebruik van biomonitoring-apparaten nodig die factoren als hartslag, ademhalingsfrequentie, zuurstoftoediening in het bloed, huid- en kerntemperatuur vastleggen. DAN doet al jarenlang actief onderzoek op dit gebied met het interne DANA Health-systeem en is van plan haar inspanningen uit te breiden met een nieuw draagbaar onderwaterbiomonitoringapparaat dat een volledig ECG onder water kan uitvoeren ([meldde Alert Diver](#)).



Woorden van de onderzoekers, en een vooruitblik op de toekomst

Gevraagd om de resultaten van de studie samen te vatten, benadrukt prof. Costantino Balestra dat veel van de bevindingen suggestief zijn, niet definitief:

“Het artikel geeft een aantal aanwijzingen dat er twee verschillende soorten parameters zijn, sommige afhankelijk en andere onafhankelijk van het DCS-risico, en dat ze niet altijd overeenkomen met de conventionele wijsheid. BMI was bijvoorbeeld alleen gerelateerd aan een verhoogd risico in de uitersten van ‘zeer mager’ of ‘zeer dik’. De parameter met de meeste voorspellende kracht die in het artikel werd geïdentificeerd was DSSG.”

Oprichter en CEO van DAN EU, prof. Alessandro Marroni, geeft een vooruitblik op de toekomst:

“Deze studie is een eerste, belangrijke stap richting het personaliseren van het duikrisico op basis van individuele kenmerken, het niveau van risicobereidheid (hoog, middel, laag), duikmethoden, type uitrusting en de hoeveelheid gas.

Door deze bevindingen te combineren met de groeiende hoeveelheid data over fysiologische reacties op duiken, zal de tweede stap mogelijk worden gemaakt richting een echte individualisering van duikpraktijken: de ontwikkeling van een probabilistisch, fysiologisch model om individuele risico's te beperken en te beheersen.”

Voor ons duikers bevat de studie nog geen duidelijke aanbevelingen over hoe we onze decompressie moeten plannen of onze computers kunnen instellen, behalve dat we voorzichtig zijn met onze gradiëntfactor (hoog) en langzaam opstijgen vanaf de laatste deco of veiligheidsstop.

Toekomstige duikcomputers zullen echter waarschijnlijk een groeiend aantal biometrische functies bevatten. Onderzoek zoals de studie in dit artikel zal nodig zijn om de metingen te interpreteren en uitvoerbaar advies te geven.

Vertaler: Els Knaapen