

Zou het optimaliseren van een duikers hydratatie en temperatuur zijn decompressieveil提高 verbeteren?

In de laatste twee decennia zijn hyperbare onderzoekers en vervolgens duikers gaan begrijpen dat een **goede hydratatie** belangrijk is voor het verminderen van de kans op decompressieziekte (DCZ). Hoewel het begon als een anekdotisch geloof - het was gebruikelijk om te denken dat "bent" duikers uitgedroogd waren - hebben recente studies aangetoond dat dehydratatie niet alleen overeen komt met een grotere aanmaak van bellen, maar dat pre-duik hydratatie de hoeveelheid bellen in de circulatie in feite verkleint.

"Meer water, minder bellen," legt DAN Europe oprichter en president Dr. Alessandro Marroni met een glimlach uit. "Hydratatie vergroot het stromen van het bloed en daarmee het vervoer van zuurstof (O₂) en inerte gassen tijdens opname en uitwassen van gassen. De differentiële druk drijft de gassen voort." Hydratatie, druk en natuurlijk zuurstof, zijn al sinds lange tijd de steunpilaren van de behandeling van DCZ.

Wat echter nog niet precies bekend is, is hoe veel vocht, en wanneer en met welke tussenpozen duikers vocht moeten innemen om de positieve effecten te maximaliseren. Het is belangrijk daarbij op te merken dat excessieve hydratatie ook een probleem kan zijn en de kans op immersie pulmonaal oedeem (IPE) kan vergroten. Daarom moet de "blijf gehydrateerd" boodschap niet gedachteloos uitgevoerd worden.

Hoewel onderzoekers de rol van hydratatie erkennen, zijn ze ook gaan inzien dat de temperatuurstatus van een duiker in de loop van een duik ook een grote invloed kan hebben op het decompressierisico. Interessant genoeg kwam dit aan het licht na de opsporing en berging van de [TWA Vlucht 800](#), die kort na opstijgen van John F. Kennedy Airport, New York op 17 juli 1996 explodeerde en in de Atlantische Oceaan neerstortte.



Een scherpzinnige onderzoeker merkte dat er een licht verhoogd aantal DCZ incidenten was vergeleken met die VS Marine duikers die betrokken waren bij de berging en omhoog brengen van de cockpit voice en flight data recorders. De duikers droegen warmwaterpakken, die de duikers actief warm hielden.

Van de 752 duiken naar een diepte van ongeveer 36 meter waren er 10 duikers die een recompressiebehandeling nodig hadden voor voornamelijk Type 2 (neurologische). Het daaruit voortvloeiende 1997 artikel, "[Recompression treatments during the recovery of TWA flight 800](#)," door C.T. Leffler en J.C. White, concludeerde dat er een toename was in het aantal DCZ incidenten bij de actief verwarmde duikers, Overeenkomend met een eerdere observatie van commerciële duikers in de Noordzee. Het TWA artikel leidde tot een grotere interesse in actieve duiker verwarmingssystemen.

Wat echter nog niet precies bekend is, is hoe veel vocht, en wanneer en met welke tussenpozen duikers vocht moeten innemen om de positieve effecten te maximaliseren.

In 2007 publiceerde de US Navy Experimental Diving Unit (NEDU) haar rapport over een studie uitgevoerd door de bekende decompressiefysioloog Wayne A. Gerth en zijn team, getiteld, "*THE INFLUENCE OF THERMAL EXPOSURE ON DIVER SUSCEPTIBILITY TO DECOMPRESSION SICKNESS*," NEDU TR 06-07, november 2007. Uit het rapport, "De duiker warmtestatus gedurende verschillende stadia van een duik kan een grote invloed hebben op de ontvankelijkheid van een duiker voor DCZ. Koude omstandigheden tijdens BT (bodemtijd) en warme omstandigheden tijdens decompressie zijn optimaal voor het zo klein mogelijk houden van DCZ risico en het maximaliseren van BT. Duikers zouden tijdens duikBT koel gehouden moeten worden en warm tijdens de daarop volgende decompressie." In feite ontdekten Gerth en zijn team dat het toevoegen van een 10°C temperatuursverhoging tijdens deco gelijk stond aan het verminderen van de bodemtijd met 50%! Maar zelfs dan nog, zoals sommige onderzoekers stelden, zijn de fysiologische invloeden van een duiker thermale status gecompliceerd.

Deze evoluerende bevindingen over hydratatie en temperatuur roepen de voor de hand liggende vraag op of duikers hun voordeel zouden kunnen doen met deze factoren voor het verminderen van het decompressierisico? Dat is nu precies wat DAN Europe onderzoekers hopen te ontdekken door een nieuwe studie die er aan zit te komen.

De Bloedsomloop Als Lopende Band

Dr. Marroni en zijn collega's zijn bezig met een "hydro-thermale gradiënten" studie om de gecombineerde factoren van hydratatie en temperatuur te onderzoeken als onderdeel van hun 2022 researchplan. De vraag die ze hopen te beantwoorden luidt: "Kunnen we de bloedstroom van een duiker zo beïnvloeden dat die effect heeft op het opnemen en uitwassen van gassen door zorgvuldig vocht en temperatuur te reguleren, wat effect heeft op de bloedstroom en vasoconstrictie." Het team gaat belvorming in reactie op variaties in deze twee parameters meten plus de interactie tussen de twee. Daarbij gaan ze gebruikmaken van DAN Europe's nieuwe [duiker biometrisch systeem, nu bekend als DANA-Health](#), om de duikers tijdens hun duiken te monitoren en gaan bovendien onderwater doppler monitoring en bloedafname uitvoeren.



Hoewel vocht en temperatuur misschien ongelijke decompressiefactoren lijken te zijn, hebben ze beide direct te maken met doorbloeding. Zoals Marroni uitlegde: "Denk aan de bloedsomloop als een lopende band om gas in en uit de weefsels te transporteren. Wanneer er meer vocht is, is er meer zuurstofopname en steeds meer transport van gassen. Als er een kleiner stroom is, is er minder zuurstof en minder transport van gas in en uit."

Dit betekent bijvoorbeeld dat als een duiker uitgedroogd is wanneer hij met de duik begint, dat transport en opname van inert gas zal vertragen. In feite hebben onderzoekers dit al in 2008 aangetoond in een artikel getiteld "[Pre-dive Sauna and Venous Gas Bubbles Upon Decompression from 400 kPa,](#)" door J.E. Blatteau et al. Waaronder DAN onderzoekers Costantino Balestra en Peter Germonpré. In de studie werden duikers een uur voor de kamerduik naar een equivalent van 30 meter zeewater (mzw) gedurende 25 minuten blootgesteld aan een dry-sauna, gevolgd door decompressie. Het resultaat? Het enkele saunabezoek voor de duik verminderde de circulerende bellen na de duik. Onderzoekers formuleerden de hypothese dat de door de warmte opgeroepen dehydratatie resulteerde in het verminderen van de inert gasbelasting van de duikers en daarmee de productie van bellen.

Zo ook veroorzaakt het verwarmen van een duiker, bijvoorbeeld met behulp van een actief verwarmingssysteem, vaatverwijding en vergroot dus de bloedstroom en daarmee de gasuitwisseling. Dit is wellicht onwenselijk tijdens het deel van de duik waarin gas opgenomen wordt, zoals de voorbeelden hierboven aangaven. Aan de andere kant veroorzaakt het verlagen van de duikers huidtemperatuur vasoconstrictie en daardoor vermindering van de stroom. Marroni's lopende band vergelijking verklaart ook waarom van matige inspanning tijdens decompressie is aangetoond dat het de kans op DCZ vermindert: Het werkt door het verminderen van de bloedstroom en vergroot daarmee het transport van inert gas en de uitwassing ervan.

Samen suggereren deze resultaten een **potentiële strategie** die duikers op een dag kunnen toepassen om hun kans op DCZ te minimaliseren en om het op een andere manier te zeggen: hun decompressie-efficiëntie te verbeteren. Een duiker zou bijvoorbeeld zijn duik kunnen beginnen met een gespecificeerd niveau van dehydratatie en met het actieve warmtesysteem uit. Dit zou wat doen om de gasbelasting zou klein mogelijk te houden tijdens de afdaling en het werkdeel van de duik. Bij het opstijgen zou de duiker dan zijn actieve warmtesysteem aandoen of hoger zetten en starten met hydratatie ofwel ter plekke (IV ports iemand?) ofwel in een deco setting en misschien wat lichte inspanning plegen tijdens decompressie.¹

Her venijn zit natuurlijk in de details. En dat is nu precies wat Marroni en zijn mede-onderzoekers naar buiten hopen te brengen. Blijf dorstig vrienden.

¹ Voorzichtigheid bij de implementatie zal zeker belangrijk zijn. Iedere verhoging van actieve verwarming moet langzaam gebeuren om de waarschijnlijkheid van belformatie in de buurt van de huid te verkleinen daar de oplosbaarheid van gas minder wordt als de temperatuur stijgt. Een snelle verwarming van de huid kan leiden tot huid "bends". Ook moet iedere inspanning gematigd zijn met weinig belasting van de gewrichten om het bevorderen van belformatie, wat een negatief effect van inspanning is, te vermijden.

Bronnen:

- Shields TG, Duff PM, Wilcock SE, Giles R. *Decompression Sickness From Commercial Offshore Air-Diving Operations On The UK Continental Shelf During 1982 To 1988. Society for Underwater Technology. 1990 Volume 23 Subtech 89 259-277*
- Leffler CT, White JC. Recompression treatments during the recovery of TWA Flight 800. Undersea

Hyperb Med. Winter 1997; 24(4):301-8.

- Fahlman A, Dromsky DM. Dehydration Effects on the Risk of Severe Decompression Sickness in a Swine Model. *Aviat Space Environ Med* 2006; 77:102- 6.
- Gerth W A, Ruterbusch V, Long ET, THE INFLUENCE OF THERMAL EXPOSURE ON DIVER SUSCEPTIBILITY TO DECOMPRESSION SICKNESS. 2007 TA 03-09 NEDU TR 06-07
- Blatteau J E., Gempp E., Balestra C., Mets T. and Germonpré PO. Pre-dive Sauna and Venous Gas Bubbles Upon Decompression from 400 kPa. *Aviation, Space and Environmental Med.* 2008; 79(12) 1100-1105
- Cherry AD, Freiburger JJ, Natoli M J, Moon R. Effects of head and body cooling on hemodynamics during immersed prone exercise at 1 ATA. *J Appl Physiol* (November 20, 2008). doi:10.1152/jappphysiol.91237.2008
- Gempp E., Blatteau J E. Pontier J-M, Balestra C. Lounge P. Preventive effect of pre-dive hydration on bubble formation in divers. *Br J Sports Med.* 2009;43:224-228. doi:10.1136/bjism.2007.043240
- Djurhuus R, Nossum V. et al Simulated diving after heat stress potentiates the induction of heat shock protein 70 and elevates glutathione in human endothelial cells. *Cell Stress and Chaperones* (2010) 15:405-414 DOI 10.1007/s12192-009-0156-3
- Germonpré P. Balestra C. Preconditioning to Reduce Decompression Stress in Scuba Divers. *Aerospace Medicine and Human Performance* 2017; 88(1) 1-7
- Thieme G. Body temperature response of diver wearing a dry or wetsuit during cold water immersion. *Int J. Sports Med.* *Manuscript ID IJSM-11-2017-6638-pb*
- Han K-H, Hyun G-S, Jee Y-S, Park J-M. Effect of Water Amount Intake before Scuba Diving on the Risk of Decompression Sickness. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 7601. [Effect of Water Amount Intake before Scuba Diving on the Risk of Decompression Sickness](#)

Aanvullende Bronnen:

- *InDEPTH*: [The Making of the Biometric Diver: DAN Europe's Alessandro Marroni is Realizing a 50-year old Dream](#) door Michael Menduno
- *InDEPTH*: [In Hot Water: Do Active Heating Systems Increase The Risk of DCI?](#) door Reilly Fogarty
- *GUE.tv*: [New Decompression Findings: Simon Mitchell Presents COLD WATER EFFECTS ON DCS](#)