

Lucht, nitrox en vermoeidheid

Perslucht is al sinds tientallen jaren de standaard en het meest gebruikte ademmengsel bij het sportduiken. Ademgasmengsels met een lager stikstof- en een hoger zuurstofgehalte (verrijkte lucht, nitrox) zijn populair geworden bij duikers die graag hun bodemtijd verlengen of de decompressiestress van duiken van een gebruikelijke duur te verminderen. Tegenwoordig, na zo'n 25 jaar van nitroxgebruik bij het sportduiken, beschikken duikers en wetenschappers over zeer waardevolle operationele ervaring. Maar sommige duikers geven iets aan waar de wetenschap geen bewijs voor heeft. Ze vertellen namelijk vaak dat ze zich na het duiken met nitrox minder vermoeid voelen.

Bestaat er solide bewijs dat de observatie dat nitrox de vermoeidheid vermindert, ondersteunt? Wat zou een mogelijke, wetenschappelijke verklaring voor dit fenomeen kunnen zijn?

Moe zijn, of fysieke vermoeidheid, is het fysiologische gevolg van buitensporige, fysieke inspanning. Het wordt gekarakteriseerd door een subjectief gevoel van een tijdelijk verminderde capaciteit voor het uitvoeren van gewone, fysieke activiteiten; het wordt vaak in verband gebracht met slaperigheid en futloosheid en soms met minder dan optimale, cognitieve prestaties. Vermoeidheid is niet ongewoon na normale duiken zonder verschijnselen van decompressieziekte (DCZ), maar wordt vaak vermeld als symptoom van DCZ.

Controversie omringt de subjectieve verslagen van duikers betreffende minder vermoeidheid na nitroxduiken. Tegenover deze waarnemingen staan objectieve studies die geen betrouwbaar verschil in vermoeidheid of cognitieve prestaties hebben gevonden na duiken met lucht in vergelijking tot duiken met nitrox.

Bij een gelijke blootstelling aan diepte/tijd wordt algemeen geaccepteerd dat hoe hoger de partiële druk van de ingeademde zuurstof (PO_2) en hoe lager de partiële druk van het inerte gas (PN_2) is, hoe minder de decompressiestress is die men ervaart. Het is dan verleidelijk om aan te nemen dat de lagere decompressiestress samengaat met een verminderd vermoeidheidsgevoel. Een hogere PO_2 geeft daarentegen meer oxidatieve stress en de PO_2 van nitrox is hoger dan die van lucht op een bepaalde diepte.

Sommige studies van duikers suggereren dat oxidatieve stress gegenereerd door de hogere PO_2 van de nitrox een geringe endotheliale disfunctie kan veroorzaken, wat op zichzelf kan leiden tot sommige vage symptomen die opgevat kunnen worden als vermoeidheid. Waarnemingen door hyperbare artsen, die rapporteren dat grotere oxidatieve stress tijdens hyperbare zuurstoftherapie in verband wordt gebracht met grotere vermoeidheid na de behandeling, ondersteunen deze bevindingen.

We hebben twee deskundigen op dit gebied geraadpleegd om ons te helpen de indruk die duikers hebben van de gunstige effecten van nitrox op postduik vermoeidheid op een lijn te brengen met bepaalde controversiële bevindingen bij studies van het fenomeen.



Wat zijn een paar van mogelijke oorzaken van postduik vermoeidheid?

Richard Harris: Postduik vermoeidheid kan het gevolg zijn van meerdere factoren. Sommige daarvan kunnen te maken hebben met het duiken, zoals temperatuurstress, decompressiestress, energieverbruik, een grote en lange blootstelling aan zuurstof, spanningen en zeeziekte. Maar er zijn nog veel meer mogelijke, niet gerelateerde oorzaken, zoals slaapgebrek tijdens de vakantie, alcohol, jetlag, enz.

Neal Pollock: Een heleboel mensen begrijpen niet helemaal de fysiologische impact die onderdompeling in water heeft. Een onmiddellijke reactie op de hydrostatische druk is dat er een behoorlijke hoeveelheid bloed dat normaliter in de capacitatievaten (aderen) van de benen zit, opgestuwd wordt naar het centrale volume (in de borstkas). Een bekende studie naar het effect ervan liet zien dat een gemiddelde van 700 ml bloed tijdens de rustfase van de hartcyclus in de richting van het hart gestuwd wordt. Het hart wordt opgerekt door het toegenomen bloedvolume en reageert direct door krachtiger samen te trekken en daarna gedurende een korte tijd bepaalde hormonen te onderdrukken om een verhoogde vochtuitscheiding via de nieren te bevorderen. Dit is een gezonde reactie op de fysiologische waarneming van de aanwezigheid van een overmaat aan vochtvolume. In de praktijk is dit waarom mensen moeten plassen, zelfs al na een redelijk korte tijd onderwater.

Na het verlaten van het water kan een duiker direct een snelle vermindering van het bloedvolume in de richting van het hart krijgen. Ik zeg met opzet "kan" wat een strak zittend duikpak kan wat bloed naar de borstkas stuw, zelfs zonder ondergedompeld te zijn. Na de duik (of na het uitdoen van het wetsuit) ondergaat de duiker een afname in het centrale bloedvolume en bloeddruk. Het effect is groter dan het simpele verlies aan hydrostatische druk, want het lichaam heeft het vochtvolume actief gereduceerd tijdens de duikperiode of tijdens het dragen van het wetsuit. Eigenlijk verklaart deze serie gebeurtenissen een groot deel van de normale postduikvermoeidheid. Nog belangrijker: vermoeidheid is het gevolg van

onderdompeling onafhankelijk van diepte en decompressiestress.

Bestaan er betrouwbare data die claims dat nitrox minder postduik vermoeidheid zou geven dan lucht ondersteunen?

Harris: Nee. Drie artikelen in literatuur betreffende toetsing door collega's (zie de eerste drie van de bronnen) dragen bij aan bewijs betreffende de vraag naar nitrox en vermoeidheid, maar ik ben er niet van overtuigd dat de grootte en de kracht van ieder van deze drie het probleem diepgaand bestudeerd heeft.

Pollock: De data die deze claims ondersteunen zijn niet overtuigend. Dat is niet verrassend daar de PO_2 alleen beduidend toeneemt met de diepte. Maar er is geen reden om te bediscussiëren of iemand zich al dan niet minder vermoeid voelt. Onderzoek heeft aangetoond dat het placebo effect een fysiologische impact heeft, dus laat de duiker van het gevoel genieten. Het belangrijke is dat duikers veilig binnen de PO_2 limieten blijven om zuurstofvergiftiging te voorkomen.



Daar het hogere zuurstofgehalte van nitrox een verhoogde oxidatieve stress lijkt te geven, hoe kun je dat deze ogenschijnlijk contra-intuïve effecten van nitrox daarmee in overeenstemming brengen?

Harris: Een interessante opmerking in het artikel van Pierre Lafère is dat de oxidatieve stress neurale activiteit kan belemmeren (net als bij alcohol bijvoorbeeld) en dat dit een effect kan hebben op remmende neuronen en dus (tijdelijk) het niveau van opwinding kan verhogen. Persoonlijk hebben mijn teamgenoten en ik ons heel goed gevoeld na 8 tot 17 uur grotduiken in water van $6^{\circ}C$ en met maximum dieptes van meer dan 200 meter. Gezien de stress betreffende temperatuur, decompressie, fysiek, oxidatief en

fysiologisch waaraan we bij deze duiken blootstonden, hoe kunnen we dit verklaren? Misschien waren we wel gewoon blij dat we leefden! Maar ik heb me ook afschuwelijk, vermoeid, en “benauwd” gevoeld na veel ondiepere duiken met minder blootstelling aan O₂ en kortere duiktijden in warmer water. Er zijn gewoon te veel andere variabelen om consequent het verschil op te merken van een eenvoudige gaswissel.

Pollock: Oxidatieve stress heeft zeker het potentieel om problematisch te worden, maar dat is waarschijnlijk veel minder het geval bij de karakteristieke, korte blootstellingen van de meeste recreatieve duiken. Er is meer onderzoek nodig om de fysiologische impact te beoordelen

Ziet u vermoeidheid/uitputting als een teken van subklinische DCZ?

Harris: Ik denk dat vermoeidheid een symptoom van DCZ kan zijn, maar er is iets heel uitgesproken nodig om me onder de indruk te laten zijn. Ernstige vermoeidheid, meer zoals je voelt als je griep hebt dan alleen “wat vermoeider dan gewoonlijk na het duiken” is een ernstigere zaak. In plaats van het subklinische DCZ te noemen, een term waar ik niet de voorkeur aan geef, zou ik vermoeidheid uitsluitend DCZ willen noemen als het onderdeel is van een geheel van symptomen.

Pollock: Normale patronen van postduik vermoeidheid komen niet in aanmerking, maar “ongebruikelijke vermoeidheid” duidelijk meer dan het normale niveau, kan een teken of waarschijnlijker een symptoom zijn. Het de duiker vragen de aard en mate van het effect te beschrijven is belangrijk in het helpen normaal van ongebruikelijk te onderscheiden.

Ondanks de algemene indruk dat duiken met nitrox minder vermoeidheid geeft dan het uitvoeren van dezelfde duik met een luchtmengsel, heeft wetenschappelijk onderzoek tot nu toe geen solide bewijs gevonden dat die veronderstelling ondersteunt. Zoals hiervoor opgemerkt moet het placebo effect niet onderschat worden en moet dat nog volledig bestudeerd worden.

Ongeacht de vragen waarop toekomstig onderzoek op dit front antwoord zal geven, is het nog steeds goed om een verstandig gebruik van zuurstofverrijkte mengsels te promoten – niet noodzakelijkerwijs om de bodemtijd te verlengen maar eerder als een manier om de decompressiestress zo klein mogelijk te houden. Als duiken met nitrox ervoor zorgt dat je je minder vermoeid voelt na een duikdag, of jouw ervaring nu wetenschappelijk ondersteund wordt of niet, voel je vrij om er gebruik van te maken – zorg er alleen voor dat je er op een veilige manier van geniet.



Ontmoet de deskundigen

Richard Harris, BMBS, FANZCA, DipDHM, FFEWM, is een Australische anesthesioloog die werkzaam is in duikgeneeskunde en aeromedisch vervoer.

Neal W. Pollock, Ph.D., research director bij DAN en research hoogleraar in het Center for Hyperbaric Medicine and Environmental Physiology aan de Duke University Medical Center, beide in Durham, N.C