

# Vaststellen van decompressie risicofactoren

Wat kunnen we door het bestuderen van werkelijke duikprofielen en de resultaten ervan leren over het risico van decompressieziekte (DCZ)? Eigenlijk een heleboel. Dat was de primaire reden dat een voorzienende DAN Europe begon met het samenstellen van een database van recreatieve en technische duikprofielen geüpload van duikcomputers, gestart in 1994, en is doorgegaan met het verbeteren van de software en het verzamelen van profielen samen met de achtergrondinformatie die daarbij hoort. Noem het een eerbetoon van de duikgemeenschap aan Big Data!

Dat is ook waarom DAN onderzoekers erop gebrand waren de nieuwste analytische technieken toe te passen op de duikgegevens die eruit naar voren kwamen in een eerste-van-zijn-soort onderzoek naar bijna 40,000 open systeem recreatieve duiken verzameld van Europese duikers samen met een gedetailleerde duiker's vragenlijst. Bijna 1000 duiken bevatten ook post-duik metingen met behulp van Doppler opnames en er waren 320 duiken die DCZ tot gevolg hadden. Houd voor ogen dat technische duiken gebruik maken van trimix en dat rebreathers uitgesloten waren van de studie. De resultaten zijn gepubliceerd in een 2017 artikel genaamd [\*Dive Risk Factors, Gas Bubble Formation, and Decompression Illness in Recreational SCUBA Diving: Analysis of DAN Europe DSL Data Base.\*](#)

Het doel van de studie was drieledig; Als eerste het verkrijgen van een accuraat beeld van de duikpraktijken van Europese sportduikers in vergelijking met de aanbevolen praktijk. Als tweede het onderzoeken van niet-druk gerelateerde risicofactoren zoals de duikers leeftijd, geslacht, lichaamstype en andere omgevingsfactoren en hun mogelijke invloed op belvorming. Als laatste hoopten de onderzoekers alle risicofactoren gerelateerd aan feitelijke DCZ gevallen in kaart te brengen.



## Het DCZ raadsel

Met de toenemende populariteit van het persluchtduiken neemt het aantal duiken dat per jaar wordt uitgevoerd toe en daarmee een overeenkomstig aantal gevallen van DCZ. Hoewel het aantal duikers en het exacte aantal DCZ gevallen onbekend is, komt het relatief zelden voor, met aantallen van 0.01-0.1% per duik; het hoge spectrum laat getallen zien voor beroepsduiken en het lagere spectrum voor sport en wetenschappelijk duiken. Maar zelfs dan kunnen de gevolgen dramatisch zijn.

Hoewel het exacte mechanisme achter DCZ nog steeds ter discussie staat <sup>[1]</sup> is er een wijdverspreide overeenstemming dat kleine, inerte gasbellen, vasculaire gasembolie (VGE) genaamd de voornaamste boosdoeners zijn. Duikers kunnen echter ook “stille” VGE hebben, zoals gemeten wordt door een Doppler monitor, zonder enige DCZ symptomen.

De decompressieprocedures die vandaag de dag gebruikt worden zijn alom bekend en algemeen geaccepteerd en daar ligt nu een groot *raadsel*. Het overgrote deel van DCZ gevallen is “onverwacht”, dat wil zeggen dat ze niet voorzien waren door de huidige decompressiealgoritmen en worden daarom beschouwd als “onverdiend”, d.w.z. dat duikers ‘deco’ kregen terwijl ze hun computer correct volgden.

“Het probleem is dat huidige decompressiemodellen alleen rekening houden met saturatie en desaturatie van inert gas en geen rekening houden met de populatie belmicronuclei, de voorlopers van VGE, waarvan we geloven dat ze primair verantwoordelijk zijn voor decompressiebellens,” verklaart studie co-auteur en DAN’s Vice President Research & Education Costantino Balestra. Balestra suggereert dat [nieuw research](#) aantoont dat de biologische processen van een duiker interactie kunnen aangaan met micronuclei om VGE te vormen en daarmee individuele gevoeligheid en leefstijl nog belangrijker in het voorspellen van de start van DCZ.



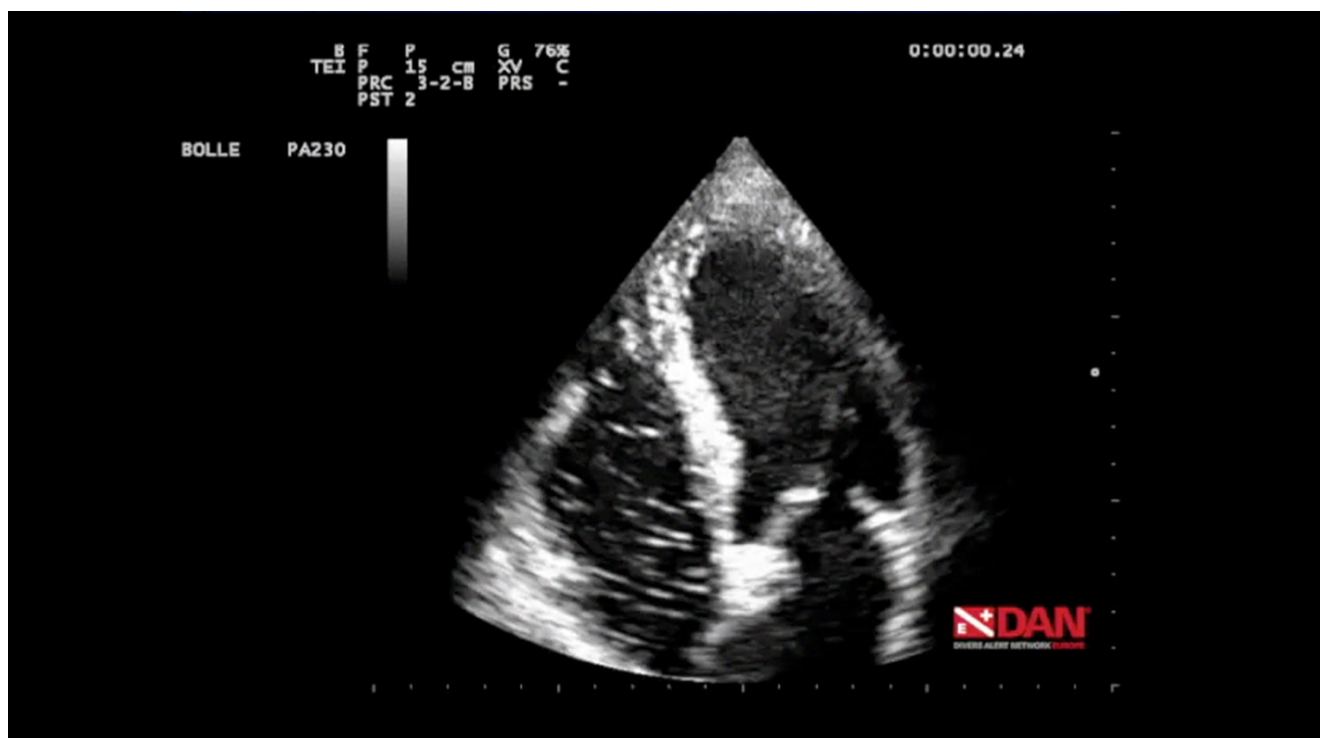
## De resultaten

Onderzoekers hebben een grondige statistische analyse uitgevoerd van antropometrische data van duikers, risicofactoren en de duikgegevens waaronder het berekenen van de Body Mass Index (BMI) van duikers, plus de voornaamste [Gradiënt Factor \(GF\)](#) die “supersaturatie” meet als een fractie van de maximum toegestane waarde voor ieder weefseltype die te maken hebben met iedere duik. Weefseltypes werden gerangschikt in snel, gemiddeld en langzaam. Onderzoekers hebben ook de bellenscores gerangschikt voor de Dopplergemonitorde duiken ter vergelijking van risicofactoren.

Dit is wat ze geleerd hebben.

De meeste van de recreatieve duiken werden gemaakt binnen de “veilige” zone, met een gemiddelde diepte van 27 m, duiktijd 46 minuten en een gemiddelde GF van 0,66, d.w.z. de gemiddelde weefsel supersaturatie was 66% van de maximale, toegestane limiet. De gemiddelde stijgsnelheid was langzamer dan de huidige, aanbevolen snelheid van 9-10 m/min. En nog belangrijker, er waren heel weinig gemiste decostops; dit geeft aan dat duikers de neiging hebben conservatief te duiken.

Bovendien was het zo dat ofschoon duikers materiaalproblemen en andere problemen ondervonden tijdens 6,3% van de duiken, minder dan 0,6%, ongeveer 109 duiken, waren ernstig. De data bevestigden ook dat de bellen een maximum bereiken tussen 30 en 45 minuten na het bovenkomen. Deze bevinding is heel belangrijk en bevestigt het belang van het vermijden van onnodige inspanning tijdens het post-duik tijdsinterval.



## Risicofactoren & De onmogelijkheid om DCZ te voorspellen

Een belangrijk doel van het rapport was om te onderzoeken hoe verschillende risicofactoren van invloed zijn op belvorming en uiteindelijk op DCZ, om zodoende de voorspelbaarheid te verbeteren. Interessant genoeg toonde de analyse weinig tot geen verband aan tussen belvorming en de vele risicofactoren die in overweging waren genomen; alleen een hogere leeftijd en BMI lijken in verband te staan met een verhoogde belvorming.

Hoewel onderzoekers geen significante relatie konden vinden tussen bellen en niet-duikprofiel gerelateerde risicofactoren, zoals slecht zicht of een grote werkbelasting, konden ze wel de conclusie trekken dat een heleboel risicofactoren waarschijnlijk stress bij duikers tot gevolg hebben. Dit bracht hun tot de hypothese dat factoren betreffende lichaamsvocht tijdens stress invloed op belvorming zouden kunnen hebben. Ze zijn nu bezig deze mogelijke variabelen te onderzoeken in een diepgaande vervolgstudie.

Analyse van de 320 gevallen van DCZ bleek fascinerend en onderstreepte de moeilijkheid om DCZ te voorspellen. In ongeveer 93% van de DC gevallen volgden duikers correct hun decompressieprocedures; deze gevallen zouden als “onverdiend” beschouwd kunnen worden. Slechts acht van de 320 DCZ gevallen vertoonden een GF hoger dan een, dat is slechts 2,5% van de gevallen die “voorspeld” hadden kunnen worden door het onderliggende algoritme. Interessant is dat bij alle acht ofwel snelle ofwel langzame weefsels betrokken waren. Deze resultaten laten zien dat er meer onderzoek nodig is, naast een meer fysiologische benadering van het probleem, zoals hierboven aangegeven.



## Volgende stappen

DAN Europe heeft een reeks projecten gepland om het werk dat met deze studie begon, door te zetten naarmate er meer data verzameld worden. Ze zijn ook van plan meer “technische” duikdata te verzamelen waarbij helium ademgassen en rebreathers betrokken zijn en de database uit te breiden tot de free-dive gemeenschap. DAN komt binnenkort met nieuwe software instrumenten die het gemakkelijker maken voor duikers om deel te nemen aan haar datacollectie inspanningen.



---

<sup>[1]</sup> Recente hypothesen stellen dat inerte gasembolie de trigger kunnen zijn tot door cellen geregelde mechanismen wat DCZ gelijk stelt aan een infectieziekte ([Thom et al., 2015](#)). Deze hypothesen maken de aanwezigheid van “stille bellen” waard om nader te bekeken te worden en onderzoek te doen om andere risicofactoren die een correlatie kunnen hebben met belvorming en DCZ in kaart te brengen.

---

## **Over de auteur**

Michael is een prijs winnende journalist & technoloog die al sinds tientallen jaren schrijft over duiken en duiktechnologie. Hij heeft de term "technisch duiken" bedacht. Zijn werk is gepubliceerd in tijdschriften zoals Alert Diver, DIVER, Quest, Scientific American, Scuba Ties, Sports Diver, Undercurrent, Undersea Journal, WIRED en X-Ray. Hij heeft aquaCORPS opgezet en daar als hoofdredacteur aan meegewerkt, wat hielp om het techduiken op te laten nemen als een belangrijk onderdeel van het sportduiken. Hij heeft ook de eerste Tek, Eurotek en Asiatek conferenties opgezet.