

# Stoppen of Niet ...? En Waarom

Dit is wanneer het gebeurt. Je stijgt op na een geweldige duik en komt in de buurt van de diepte voor de veiligheidstop als het inwendige conflict begint. Wat je eigenlijk wil is weer op de boot te zijn en wel zo snel als je kunt (zoals in *nu meteen* al dan niet eerder). Misschien is het het koude water, te veel koffie voor de duik, of misschien waren het die opgebakken bonen van het ontbijt. De wc van de boot, hoe eenvoudig misschien dan ook, gaat er steeds aantrekkelijker uitzien. Een langere veiligheidstop zal hoogstwaarschijnlijk resulteren in een bevuild wetsuit die weer schoongemaakt moet worden. Het eenvoudigste voor jou is om voor deze ene keer niet te stoppen. Maar er is een reden voor veiligheidstops - toch? Moet je het risico lopen en de stop overslaan? Hoe veel geluk denk je te hebben? Hoeveel geluk heb je nodig om hem zonder problemen over te slaan?

Dit doet me denken aan een beeldende filmscene waar Harry Callahan met een pistool zwaait dat al dan niet leeg is en zegt: "Nu moet je je afvragen 'Voel ik dat ik geluk heb?' Wel heb je geluk, kluns?" in de filmscene heeft de "kluns" voldoende informatie om de kansen af te wegen en een besluit te nemen.)

Terug naar het echte leven. Heb je voldoende informatie om een goede beslissing betreffende de veiligheidstop te nemen? Wat moet je daarvoor weten? Op zijn allerm minst wil je een inschatting kunnen maken op de kans op decompressieziekte (DCZ, of "deco") als je je veiligheidstop hebt gemaakt en een inschatting van het risico als je in plaats daarvan direct naar boven gaat. Alleen dan kun je ze vergelijken en een beredeneerde keuze maken.

En hier lopen we direct tegen problemen aan. Duikcomputers die tegenwoordig gebruikt worden werken niet volgens het principe van een beredeneerde keuze of van een acceptabele mate van risico. Zij werken op een eenvoudige "ja/nee" basis (als in "Ja, je mag deze duik op de huidige diepte voortzetten; nee, je mag deze duik niet op de huidige diepte voortzetten). Het is waar dat veel moderne computers je aan het begin het risiconiveau van je voorkeur laten kiezen, maar wat je kiest is een relatieve mate van risico (d.w.z. meer riskant of minder riskant). Nergens wordt gespecificeerd voor welk niveau van werkelijk gevaar ieder van deze verschillende instellingen staat. Persoonlijk vind ik dergelijke onspecifieke categorieën niet behulpzaam. Vergeleken met sommige mensen ben ik een enorme risiconemer; vergeleken met anderen ben ik niet alleen conservatief, maar heb ik ook wortel geschoten.

In de jaren tachtig is er door Dr. Paul Weathersby, een U.S. Navy wetenschapper, een poging gedaan om een waarschijnlijkheidsmodel te ontwikkelen voor het voorspellen van de kans op decompressieziekte. Het herkende het duidelijke feit dat, zoals bij de meeste natuurlijke processen, de decompressiestress progressief toeneemt, zodat er geen enkel punt bestaat waaronder iedereen 100% veilig is, terwijl erboven iedereen deco krijgt. In 1993 vroeg de U.S. Navy leden van DEMA (The Dive Equipment Manufacturers Association) om een samenwerkingsprogramma waarin dit waarschijnlijkheidsalgoritme een onderdeel vormde van een bestaande duikcomputer. Er werd kennelijk enige interesse uitgesproken, een heleboel tegenwerpingen en, uiteindelijk was geen enkele fabrikant bereid om mee te doen. Sommige van de tegenwerpingen hadden te maken met het feit dat de microprocessors van die tijd de vereiste berekeningen niet aan konden. (Nog zo'n interessante tegenwerping wordt hieronder behandeld). Nu, bijna 20 jaar en verschillende generaties microprocessors later, zitten nog steeds geen waarschijnlijkheidsmodellen in de huidige duikcomputers.

En zo zijn we een kleine blokkade tegen gekomen in ons beslissingsproces. Misschien helpt het als we opnieuw beginnen door te kijken naar de veiligheidstops zelf.

Welk effect hebben veiligheidstops op duikveiligheid? Als eerste wat achtergrondinformatie. Anders dan de

duiktabelen, of de algoritmes die ten grondslag liggen aan duikcomputers, is de veiligheidstop goed beschouwd een "toevoeging". Als duiken wat dicht tegen de limieten voor decompressieduiken lagen, zei je intuïtieve gezonde verstand je iets te doen wat op een decompressiestop leek, gewoon uit voorzorg. Het gevoel ontstond dat dit waarschijnlijk nuttig was, hoewel er in het begin geen wetenschappelijk bewijs voor was en er geen echte theorie bestond die dit ondersteunde.

Het vroegste bewijs ter ondersteuning werd geleverd door een kleine met Doppler uitgevoerde studie door Dr. Andrew Pilmanis. Dit toonde significante afnames in aantoonbare veneuze bellen na veiligheidstops, wat kan wijzen op het feit dat dergelijke stops nuttig zijn. Hoewel bellen gedetecteerd door Doppleropnames een zekere correlatie met decompressieziekte lijken te hebben, is er helaas geen sterk verband tussen de twee. Dus zitten we nog steeds met het gevoel van gezond verstand betreffende veiligheidstops, anecdotisch bewijs (observaties door de duikgemeenschap dat stops nuttig zijn) en een beperkte hoeveelheid wetenschappelijke ondersteuning.

Waar passen veiligheidsstops in de theorie? Of praktischer: in de theorie en algoritmes die ten grondslag liggen aan de huidige duikcomputers? Alle duikcomputers die tegenwoordig gebruikt worden, zijn, hoewel ze op verschillende manieren van elkaar verschillen, structureel gebaseerd op het Haldane decompressiemodel. Het Haldane model zou slechts minimaal voordeel bij veiligheidstops voorspellen. Wat is er dus aan de hand? Zijn veiligheidstops alleen maar een soort onwetend bijgeloof, zoals iets als afkloppen of geen zwarte kat je pad laten kruisen? Of moeten we verder zoeken naar antwoorden?

Nu is het een goed moment om terug te gaan naar de ontmoeting tussen de U.S. Navy en DEMA en een zeer interessante tegenwerping die door de fabrikanten gemaakt werd betreffende het voorgestelde algoritme voor duikcomputers. De fabrikanten waren niet bereid om een computer te maken en te verkopen die duikers zou vertellen dat hun kans op het oplopen van "deco" ergens in de (ietwat onrustbarende) buurt van 2,5 % lag. En wie kan ze dat kwalijk nemen? Als eerste zou het potentiële duikers kunnen afschrikken en bovendien lijkt het niet te kloppen met wat duikers werkelijk ervaren. Met een DCZ risico van 2,5% zou een duiker met bijvoorbeeld 200 gelogde duiken waarschijnlijk 5 keer deco hebben gehad. En duikgidsen met duizenden duiken op hun naam zouden bijna net zo bekend zijn met de binnenkant van een recompressiekamer als met hun favoriete bar.

Het weigeren van de algoritmes van de Navy zou bijna een "fluitje van een cent" lijken te zijn voor de fabrikanten. Behalve dan voor een paar storende details. De ene is dat de Navy cijfers gebaseerd zijn op solide experimenteel bewijs. De ander is dat de fabrikanten in feite dezelfde Navy (of gelijksoortige PADI) duiktabelen gebruiken bij het kalibreren van de Haldane modellen die de grondslag van hun eigen algoritmes vormen. Als de fabrikanten hun eigen algoritmes in waarschijnlijkheidsmodellen zouden veranderen, zouden hun schattingen betreffende DCZ risico grofweg hetzelfde zijn als die in het voorgestelde U.S. Navy algoritme. Het is niet zo dat ze het niet eens zijn met het geraamde risico; ze willen het alleen niet openbaar maken.

Maar we zitten nog steeds met twee heel verschillende risicoramingen. Aan de ene kant is er het experimentele bewijs van 2,5% DCZ risico. Aan de andere kant is er de real-life ervaring van de duikgemeenschap waar de kans om deco op te lopen slechts een fractie is van het experimentele DCZ risico. Het is duidelijk dat ze niet allebei gelijk kunnen hebben. Of toch wel?

Er is een essentieel verschil tussen de studies uitgevoerd door de U.S. Navy en dat wat er in de dagelijkse duikwereld gebeurt. Duikers in de studie werden zonder veiligheidstops naar het oppervlak gestuurd. Onder normale duikomstandigheden worden veiligheidstops altijd aanbevolen, ja men staat er zelfs op. Dit kan natuurlijk alleen maar een verschil opleveren als veiligheidsstops inderdaad gebruikt worden. Recente

data verkregen door het Project Dive Exploration (PDE) versterkt onze algemene observatie dat de overgrote meerderheid van sportduikers inderdaad de een of andere versie van een veiligheidstop houdt. Meer specifiek vonden we dat van de 102.642 duikers met lucht 95,7% van de opstijgingen vanaf 6,5 mzw (met zout water) een veiligheidstop bevatten – wat behoorlijk goed is. Maar toen we onze zoektocht een beetje uitbreidden door naar alle opstijgingen vanaf 9 mzw te kijken, vonden we dat maar liefst 99,3% van de opstijgingen de een of andere vorm van veiligheidstop bevatte. Wat we in feite vonden was dat, hoewel er vrijelijk wordt omgesprongen met de aanbevolen parameters voor een veiligheidstop, het overgrote deel van sportduiken de een of andere vorm van veiligheidstop bevatte. En dus hebben we een feitelijk verschil tussen de U.S. Navy studies en de duikwereld van iedere dag: directe opstijgingen vs. veiligheidstops.

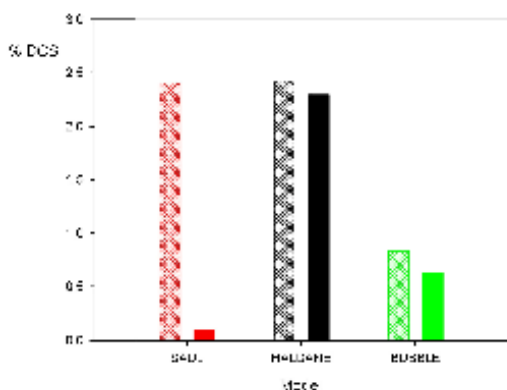
Kunnen veiligheidstops de reden zijn voor de schijnbare discrepantie tussen de U.S. Navy resultaten en de ervaring van duikers?

Niet volgens de decompressiemodellen gebaseerd op de Haldane structuur – wat inhoudt dat het niet volgens het algoritme in je huidige duikcomputer is. (Als het je vraagt een veiligheidstop te maken, zoals de meesten nu doen, is dat omdat ervaring geleerd de effectiviteit ervan heeft laten zien, niet vanwege iets dat het model voorspelt.) Voor het eerste is er een nieuw, gepatenteerd decompressiemodel, eentje die niet gebaseerd is op de Haldane structuur, die de kans op DCZ op een meer accurate wijze voorspelt. Dit model is SAUL – Safe Advanced Underwater ALgoritme. (OK, het acroniem is niet perfect).

Het diagram hier onder laat ons zien hoe drie verschillende algoritmes de kans op DCZ voorspellen voor een karakteristieke recreatieve duik zonder een veiligheidstop en voor dezelfde duik met een veiligheidstop. De gebruikte algoritmes zijn een typisch Haldane model (“Haldane”), een belgebaseerd model, op dit moment in gebruik bij de U.S. Navy (“Bel”) en het model van de auteur (“SAUL”).

Effect of a stop on a very low-risk dive  
(60 fsw for 40 min.)

For each model, cross-hatched colour is with no safety stop, solid colour is with a stop at 15 fsw for 3 min.



In hoeverre kunnen we nu onze originele vraag beantwoorden? Hoe veel geluk moet je hebben om je veiligheidstop over te slaan? Dat hangt af van de gegevens van de duik en in wiens model je gelooft. Laten we aannemen dat jouw duik die in de diagram was – 18 meter gedurende 40 minuten.

Volgens “Haldane” hoef je niet bijzonder veel geluk te hebben om de stop over te kunnen slaan. (Hoewel je misschien geluk moet hebben om op regelmatige basis te blijven duiken.) Je kans op DCZ zou 2,3% met

een stop en 2,5% zonder een - niet een geweldig verschil.

Volgens "Bel" zou je kans op DCZ 0,7% met een stop en 0,9% zonder een. Opnieuw, niet een geweldig groot verschil.

Met "SAUL" zou het overslaan van je stop het risico vergroten van ongeveer 0,1% tot 2,5%. Of om het met andere woorden te zeggen, jouw duik zou zonder een stop 25 keer riskanter zijn dan dezelfde duik met de stop.

Dus wat moet je doen? Als je accepteert dat het Haldane- of het Belmodel accuraat is, zou het niet veel uitmaken of je je veiligheidstop deze keer overslaat - in eigenlijk iedere keer als je het lastig vindt. Maar als dat idee jouw net zo ongemakkelijk maakt als het mij doet, dan accepteer je wellicht dat SAUL het juiste idee heeft. Je zou je risico geweldig vergroten. Misschien lukt het je nog steeds om voor deze ene keer je veiligheidstop over te slaan. Aan de andere kant ben je al eerder in een dergelijke situatie geweest en zult dat waarschijnlijk nog wel eens zijn. Als je iedere keer je veiligheidstop overslaat, kun je erop wachten deco op te lopen. Als je niet van plan bent om iedere keer je veiligheidstop over te slaan, waarom zou je dat zelfs dan maar één keer doen?

Wat moet je nog meer doen? Als je SAUL aanvaardt als de meer accurate betreffende veiligheidstops, wil je wellicht wat beter naar het model kijken en er meer over leren door sommige van de artikelen hier onder te lezen of door naar een van de websites van de auteur te gaan. Hoewel er nog geen SAUL gebaseerde duikcomputer op dit moment op de markt is, werken we wel samen met Liquivision om SAUL in de duikcomputer te krijgen. Er is nog geen verschijningsdatum gepland.

## **Link**

[www.chemistry.uoguelph.ca/goldman/moderndecompression.com](http://www.chemistry.uoguelph.ca/goldman/moderndecompression.com)