

Identificación de factores de riesgo de accidente por descompresión

¿Qué podemos aprender sobre el riesgo de sufrir una enfermedad por descompresión (ED) examinando los perfiles de buceo reales y sus resultados? En realidad, bastante. Esa fue la razón principal por la que una DAN Europe visionaria empezó a compilar una base de datos de perfiles de buceo recreativos y técnicos, subidos desde ordenadores de buceo, a partir de 1994, y han seguido mejorando tanto el software, como acumulando perfiles, junto con la información de antecedentes asociada. ¡Puede considerarse un homenaje de la comunidad de buceo al Big Data!

Es también por eso que los investigadores de DAN estaban ansiosos por aplicar las últimas técnicas analíticas a los datos de buceo resultantes, en un estudio de primera magnitud, examinando casi 40.000 inmersiones recreativas en circuito abierto, recogidas de buceadores europeos, junto con cuestionarios detallados hechos a dichos buceadores. Casi 1000 inmersiones también incluyeron mediciones de burbujas después de la inmersión, usando grabación Doppler. Y también las 320 inmersiones que resultaron en ED. Hay que tener en cuenta que las inmersiones técnicas con trimix y rebreathers fueron excluidas del estudio. Los resultados fueron publicados en un artículo de 2017 titulado, [Factores de riesgo en buceo: formación de burbujas de gas y enfermedad por descompresión en Buceo recreativo con escafandra: análisis de la Base de Datos del DSL de DAN Europe.](#)

El objetivo del estudio era triple; en primer lugar, obtener una imagen precisa de los hábitos de buceo de los buceadores recreativos europeos, en comparación con las prácticas recomendadas. En segundo lugar, investigar los factores de riesgo no relacionados con la presión, como la edad de los buceadores, el sexo, el tipo de cuerpo y otros factores ambientales, y su impacto potencial en la formación de burbujas. Por último, los investigadores esperaban identificar cualquier factor de riesgo asociado con los casos reales de ED.



El enigma de la ED

Con la creciente popularidad del buceo, el número de inmersiones anuales realizadas está aumentando y con ellas un número correspondiente de casos de ED. Aunque se desconoce el número de buceadores y la incidencia exacta de la ED, su ocurrencia es relativamente rara, con tasas que oscilan entre 0.01-0.1% por inmersión; el extremo más alto que refleja las tasas de buceo comercial y las tasas más bajas para el recreativo y el buceo científico. Aun así, las consecuencias pueden ser dramáticas.

Aunque, el mecanismo exacto detrás de la ED todavía se debate^[1], existe un acuerdo generalizado de que las pequeñas burbujas de gas inerte, llamadas émbolos de gas vascular (EGV), son los principales culpables. Sin embargo, los buceadores pueden tener EGV "silenciosos", detectados por un monitor Doppler, sin síntomas de ED.

Los procedimientos de descompresión utilizados hoy en día, son bien conocidos y ampliamente aceptados, y ahí se encuentra un enigma. La mayoría de los casos de ED son "inesperados", es decir, no fueron predichos por los algoritmos de descompresión actuales, y, por lo tanto, se consideran "inmerecidos", es decir, los buceadores se 'accidentaron' mientras seguían correctamente las indicaciones de sus ordenadores.

"El problema es que los modelos de descompresión actuales sólo están considerando la saturación y desaturación del gas inerte, y no tienen en cuenta la población de micronúcleos de burbujas, los precursores de los EGV, que creemos que son los principales responsables de las burbujas en los accidentes por descompresión", explicó Costantino Balestra, coautor del estudio y vicepresidente de Investigación y Educación de DAN. Según Balestra, una [nueva investigación](#) sugiere que los procesos

biológicos de un buceador pueden interactuar con micronúcleos para formar EGV, con lo que la susceptibilidad individual y el estilo de vida, son aún más importantes para predecir la aparición de la ED.



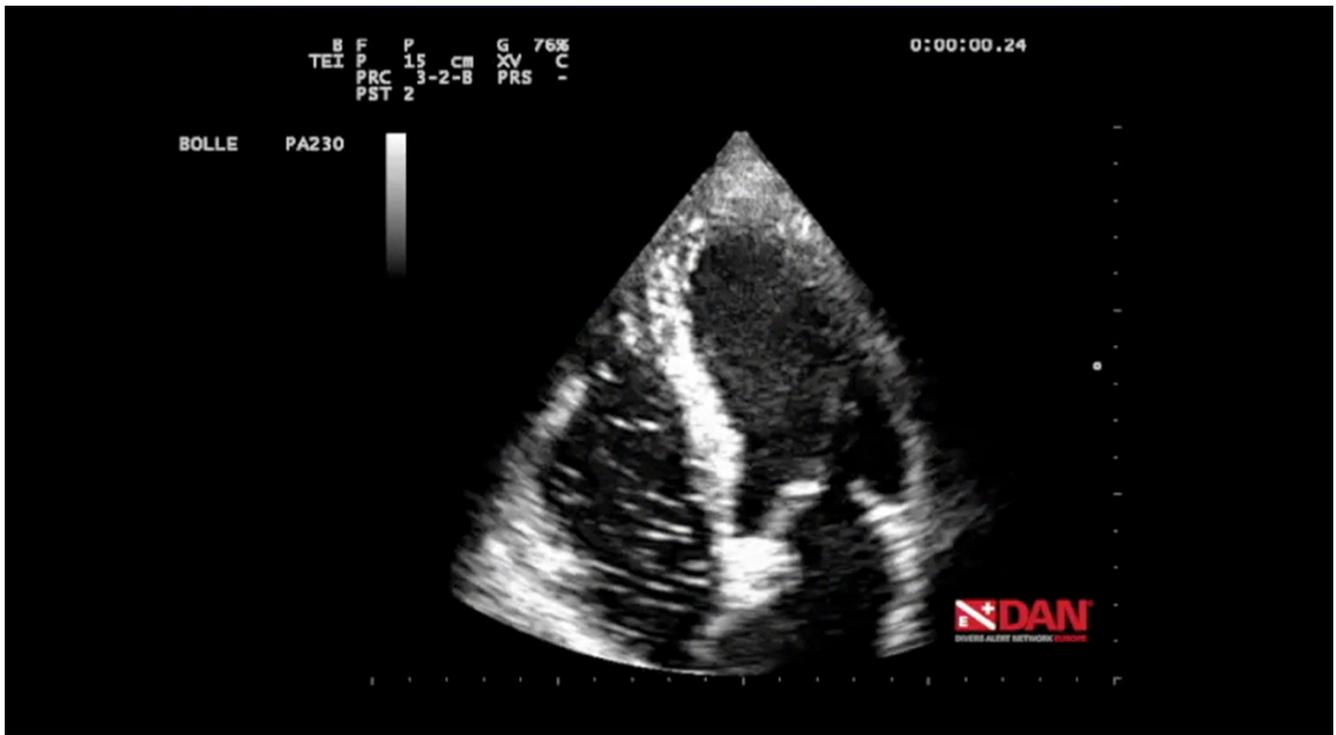
Los resultados

Los investigadores llevaron a cabo un análisis estadístico exhaustivo de los datos antropométricos de los buceadores, los factores de riesgo y los datos de buceo, incluido el cálculo del índice de masa corporal (IMC) de los buceadores, y también el factor de [gradiente líder \(GF\)](#), que mide la "supersaturación" del nitrógeno como fracción del valor máximo permitido para cada tipo de tejido, asociado a cada inmersión. Los tipos de tejidos se agruparon en rápido, medio y lento. Los investigadores también calificaron las puntuaciones de burbujas en aquellas inmersiones monitoreadas mediante Doppler, para compararlas con los factores de riesgo.

Esto es lo que aprendieron.

La mayoría de las inmersiones recreativas se realizaron en la zona "segura", con una profundidad media de -27 m, un tiempo de inmersión de 46 minutos y un FG medio de 0,66, es decir, un 66% del límite máximo permitido de la super saturación del tejido. La tasa media de ascenso fue más lenta que la tasa recomendada actualmente de 9-10 m/min. Aún más importante, se produjeron muy pocas omisiones de deco; esto indica que los buceadores tienden a bucear de manera conservadora.

Además, aunque los buceadores se encontraron con un 6,3% de las inmersiones con problemas con el equipo y de otra índole, menos del 0,6%, es decir, alrededor de 109 inmersiones, tuvieron consecuencias graves. Los datos también confirmaron que las burbujas alcanzan un pico entre 30 y 45 minutos después de romper la superficie. Este hallazgo es muy importante y confirma la importancia de evitar el esfuerzo indebido durante este intervalo de tiempo posterior a la inmersión.



Factores de riesgo y la incapacidad para predecir la ED

Un enfoque principal del informe fue investigar cómo diversos factores de riesgo influyen en la formación de burbujas y, en última instancia, en la ED, con el fin de mejorar la previsibilidad. Curiosamente, el análisis mostró poca o ninguna relación entre la formación de burbujas y los muchos factores de riesgo que se consideraron; sólo el aumento de la edad y el IMC parecen estar relacionados con el aumento de la formación de burbujas.

Aunque los investigadores no pudieron encontrar relaciones significativas entre las burbujas y perfiles de no buceo relacionados con factores de riesgo tales como la poca visibilidad o una alta carga de trabajo, fueron capaces de inferir que muchos factores de riesgo probablemente resultan estresando a los buceadores. Esto los llevó a la hipótesis de que los factores humorales liberados durante el estrés podrían influir en la formación de burbujas. Ahora están investigando estas posibles variables en un estudio de seguimiento en profundidad.

El análisis de los 320 casos de ED resultó fascinante, y puso de relieve la dificultad de predecir la ED. En aproximadamente el 93% de los casos de ED, los buceadores siguieron correctamente sus procedimientos de descompresión; estos accidentes se considerarían "inmerecidos". Sólo ocho de los 320 casos de ED mostraron un FG mayor que uno, es decir, sólo el 2,5% de los casos habrían sido "predichos" por el algoritmo subyacente. Curiosamente, los ocho involucraban tejidos rápidos o lentos. Estos resultados muestran que se necesita más investigación, así como un enfoque más fisiológico del problema, como se discutió anteriormente.



Siguientes Pasos

DAN Europe tiene una serie de proyectos que han de continuar con este estudio a medida que se acumulan más datos. También planean comenzar a recopilar datos de buceo más "técnicos" que involucran gases respiratorios con helio y rebreathers, y amplían la base de datos para incluir a la comunidad de apneístas. DAN pronto lanzará nuevas herramientas de software, lo que facilitará a los buceadores participar en sus esfuerzos de recopilación de datos.



^[1] Las hipótesis recientes postulan que el émbolo de gas inerte puede desencadenar mecanismos mediados por células que equiparan la ED a una enfermedad inflamatoria ([Thom et al., 2015](#)). Estas hipótesis hacen que la presencia de "burbujas silenciosas" valga la pena considerar e investigar para identificar otros factores de riesgo que pueden correlacionarse con un aumento en la formación de burbujas y ED.