¿Podría la optimización de la hidratación y la temperatura del buceador mejorar su seguridad en la descompresión?

A lo largo de las dos últimas décadas, los investigadores hiperbáricos, y posteriormente los buceadores, han llegado a comprender que una **hidratación adecuada es importante** para reducir el riesgo de enfermedad por descompresión (ED). Aunque empezó como una creencia anecdótica -era habitual encontrar que los buceadores "accidentados" estaban deshidratados-, estudios recientes han demostrado que la deshidratación no sólo es compatible con una mayor formación de burbujas, sino que la hidratación previa a la inmersión realmente disminuye las burbujas circulatorias.

"Más agua, menos burbujas", explicó con una sonrisa el fundador y presidente de DAN Europe, el Dr. Alessandro Marroni. "La hidratación aumenta el flujo sanguíneo y, por tanto, el transporte de oxígeno (O2) y de gases inertes durante la gasificación y la desgasificación. Las presiones diferenciales impulsan los gases". La hidratación, la presión y, por supuesto, el oxígeno, han sido durante mucho tiempo los pilares del tratamiento de la ED.

Sin embargo, lo que no se sabe con exactitud es cuánto líquido, y cuándo, y con qué frecuencia deben hidratarse los buceadores para maximizar sus efectos positivos. Es importante señalar que la sobrehidratación también puede ser un problema y puede aumentar el riesgo de edema pulmonar por inmersión (EPI). Por ello, el mensaje de "mantente hidratado" debe aplicarse con cuidado.

Aunque los investigadores aprecian el papel de la hidratación, también han llegado a reconocer que el estado térmico de un buceador a lo largo de una inmersión también puede influir significativamente en su riesgo de descompresión. Curiosamente, este hallazgo salió a la luz tras la búsqueda y recuperación del vuelo 800 de la TWA, que explotó y se estrelló en el océano Atlántico poco después de despegar del aeropuerto John F. Kennedy de Nueva York el 17 de julio de 1996.

Un investigador astuto observó que había una tasa de incidentes de ED ligeramente superior a la que cabría esperar en los buzos de la Marina estadounidense que participaron en el rescate y la recuperación de las “cajas negras” de la cabina y de los datos de vuelo. Los buceadores llevaban trajes de agua caliente, que los mantenían activamente calientes.

De 752 inmersiones a profundidades de unos 36 metros, 10 buceadores necesitaron tratamiento de recompresión, principalmente por ED de tipo 2 (neurológico). El documento resultante de 1997, "**Tratamientos de recompresión durante la recuperación del vuelo 800 de la TWA**", de C.T. Leffler y J.C. White, concluyó que había un aumento de la tasa de incidentes de ED para los buceadores calentados activamente, en consonancia con observaciones anteriores de buceadores comerciales en el Mar del Norte. El artículo de la TWA suscitó un mayor interés por los sistemas de calefacción activa para buzos.

Sin embargo, lo que no se sabe con exactitud es cuánto líquido, y cuándo, y con qué frecuencia deben hidratarse los buceadores para maximizar sus efectos positivos.

En 2007, la Unidad de Buceo Experimental de la Armada de EE.UU. (NEDU) publicó su informe sobre un estudio realizado por el famoso fisiólogo de la descompresión Wayne A. Gerth y su equipo, titulado "*LA INFLUENCIA DE LA EXPOSICIÓN TÉRMICA EN LA SUSCEPTIBILIDAD DE LOS BUCEADORES A LA ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN*", *NEDU TR 06-07, noviembre de 2007.* Según el informe, "el estado térmico del buceador durante las diferentes fases de la inmersión puede influir en gran medida en la susceptibilidad del buceador a la enfermedad por descompresión. Las condiciones frías durante el BT (tiempo de fondo) y las condiciones cálidas durante la descompresión son óptimas para minimizar el riesgo de DCS y maximizar el BT. Los buceadores deben mantenerse frescos durante el BT de la inmersión y calientes durante la descompresión posterior". De hecho, Gerth y su equipo descubrieron que añadir un

aumento de 10ºC en la temperatura durante la descompresión, ¡equivale a reducir el tiempo de fondo en un 50%! Aun así, como han señalado algunos investigadores, los impactos fisiológicos del estado térmico de un buceador son complicados.

Estos hallazgos evolutivos sobre la hidratación y la temperatura plantean la pregunta obvia, ¿podrían los buceadores aprovechar estos factores para minimizar su riesgo de descompresión? Eso es exactamente lo que esperan averiguar los investigadores de DAN Europe en un nuevo estudio de investigación que está en marcha.

El sistema circulatorio como cinta transportadora

El Dr. Marroni y sus colegas están realizando un estudio de "gradientes hidrotérmicos" para examinar los factores combinados de hidratación y temperatura, como parte de su plan de investigación para 2022. La pregunta que esperan responder: "¿Podemos condicionar el flujo sanguíneo de un buceador para efectuar la activación y la desconexión de la absorción y liberación de gases regulando cuidadosamente el líquido y la temperatura, que afectan al flujo sanguíneo y a la vasoconstricción?". El equipo medirá la formación de burbujas en respuesta a la variación de estos dos parámetros y su interacción. Para ello, utilizarán el **nuevo sistema biométrico, ahora conocido como DANA-Health**, para monitorizar a los buceadores durante sus inmersiones, así como para realizar una monitorización doppler subacuática y tomar muestras de sangre.

Aunque el líquido y la temperatura pueden parecer factores de descompresión dispares, ambos están directamente relacionados con la perfusión.

Como explicó Marroni, "Piensa en el sistema circulatorio como una cinta transportadora para mover los gases dentro y fuera de los tejidos. Cuando hay más fluido, hay más oxigenación y un mayor transporte de gases. Cuando hay menos flujo, hay menos oxígeno y menos transporte de gases inertes hacia dentro o hacia fuera".

Esto significa, por ejemplo, que si un buceador está deshidratado al iniciar una inmersión, se ralentizará el transporte y la captación de gases inertes. De hecho, los investigadores lo demostraron en un artículo de 2008, titulado "**Sauna preinmersión y burbujas de gas en vena después de una descompresión a 400kPa**", realizado por J.E. Blatteau et al. y que incluía a los investigadores de DAN Costantino Balestra y Peter Germonpré. En el estudio, se expuso a los buceadores a una sauna seca una hora antes de una inmersión en cámara al equivalente a 30 metros de agua de mar (msw) durante 25 minutos y luego se descomprimió. ¿El resultado? Una única sauna previa a la inmersión redujo las burbujas circulantes después de la inmersión. Los investigadores plantearon la hipótesis de que la deshidratación inducida por el calor redujo la carga de gas inerte de los buceadores y, por tanto, la producción de burbujas.

Del mismo modo, calentar a un buceador, por ejemplo con un sistema de calefacción activo, provoca una vasodilatación que aumenta el flujo sanguíneo y, por tanto, el intercambio de gases. Esto puede ser indeseable durante la parte de la inmersión en la que se produce el gas, como muestran los ejemplos citados anteriormente. A la inversa, bajar la temperatura de la piel del buceador provoca una vasoconstricción que reduce el flujo. La analogía de la cinta transportadora de Marroni también explica por qué se ha demostrado que el ejercicio leve durante la descompresión reduce el riesgo de ED: actúa para aumentar el flujo sanguíneo y, por lo tanto, aumenta el transporte de gas inerte y la desgasificación.

En conjunto, estos resultados sugieren una **estrategia potencial** que los buceadores podrían emplear algún día para minimizar su riesgo de ED o, dicho de otro modo, para mejorar su eficiencia de descompresión. Por ejemplo, un buceador podría comenzar su inmersión con un nivel específico de deshidratación y con el sistema de calentamiento activo apagado. Esto actuaría para minimizar la carga de gas inerte durante la parte de descenso y trabajo de la inmersión. Al ascender, el buceador encendería o aumentaría su sistema de calentamiento activo y comenzaría a hidratarse in situ (¿vías intravenosas?) o en un hábitat de descompresión, y quizás realizaría algún ejercicio ligero durante la descompresión.[1]

El secreto, por supuesto, está en los detalles. Son exactamente los que Marroni y sus compañeros de investigación esperan descifrar. ¡Mantenerse sedientos, amigos míos!

---

[1] El cuidado en la aplicación será sin duda importante. Cualquier aumento del calentamiento activo debe ser gradual para reducir la probabilidad de que se formen burbujas cerca de la piel, ya que la solubilidad del gas disminuye al aumentar la temperatura. El calentamiento rápido de la piel puede provocar pliegues en la misma. Del mismo modo, cualquier ejercicio debe ser suave, con fuerzas articulares bajas, para evitar el fomento de la formación de burbujas que es un efecto negativo del ejercicio.

Referencias:

- 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. Predive Sauna and Venous Gas Bubbles Upon Decompression from 400 kPa. Aviation, Space and Environmental Med. 2008: 79(12) 1100-1105
- Cherry AD, Freiberger 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/japplphysiol.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/bjsm.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. I*nt. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 7601.* Effect of Water Amount Intake before Scuba Diving on the Risk of Decompression Sickness

Información adicional:

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