

# Aire, Nitrox y Fatiga

El aire comprimido ha sido la norma y la mezcla respirable más ampliamente usada en el buceo recreativo durante décadas. Mezclas de gas respirable con un contenido de nitrógeno inferior y mayor contenido de oxígeno (nitrox o aire enriquecido) han ganado popularidad entre los buceadores que buscan aumentar sus tiempos de inmersión o reducir el esfuerzo descompresivo en inmersiones con los tiempos de fondo habituales. Hoy, después de unos 25 años de uso del nitrox en el buceo recreativo, buceadores y científicos han adquirido una experiencia muy valiosa. Pero algunos buceadores han formulado observaciones para las que la ciencia no proporciona ninguna prueba. Por ejemplo, que a menudo dicen sentirse menos cansados después de bucear con nitrox.

¿Hay alguna evidencia sólida para apoyar la observación de que el nitrox reduce la fatiga? ¿Existe una posible explicación científica para este fenómeno?

El cansancio o la fatiga física, es una consecuencia fisiológica de una actividad física extraordinaria. Se caracteriza por una sensación subjetiva de una capacidad transitoria reducida para realizar actividades físicas normales; a menudo se asocia con somnolencia y letargo y, a veces, con un rendimiento cognitivo por debajo de lo normal. La fatiga es bastante común después de inmersiones sin consecuencias y en ausencia de una aparente enfermedad por descompresión (ED), pero también se describe con frecuencia como un síntoma de ED.

La controversia rodea a los informes subjetivos de buceadores acerca de la reducción de la fatiga después de inmersiones con nitrox. Contrariamente a estas percepciones, los estudios objetivos no han encontrado una diferencia fiable en la fatiga o el rendimiento cognitivo siguientes a inmersiones con aire frente a buceos con nitrox.

Dada una exposición de igual profundidad / tiempo, es generalmente aceptado que cuánto más alta sea la presión parcial del oxígeno inspirado ( $PO_2$ ) y más baja sea la presión parcial del gas inerte ( $PN_2$ ), se experimentará menos estrés descompresivo. En ese punto, es tentador suponer que bajos niveles de estrés descompresivo van acompañados por percepciones reducidas del cansancio. Sin embargo, una  $PO_2$  mayor provoca más estrés oxidativo, y el  $PO_2$  del nitrox será mayor que la del aire, a una determinada profundidad.

Algunos estudios de buceadores sugieren que el estrés oxidativo generado por el aumento de la  $PO_2$  del nitrox puede causar una leve disfunción endotelial, que puede a su vez dar lugar a algunos síntomas vagos que pueden ser percibidos como cansancio. Las observaciones de los médicos de medicina hiperbárica, que informan que un mayor estrés oxidativo durante la terapia de oxígeno hiperbárico, se asocia con una mayor fatiga después del tratamiento, apoyan estos hallazgos.

Consultamos a dos expertos en la materia para que nos ayuden a conciliar las impresiones de los efectos beneficiosos del nitrox sobre la fatiga post-inmersión de los buceadores con algunos hallazgos controvertidos en los estudios sobre el fenómeno.



## ¿Cuáles son algunas de las posibles causas del cansancio post-inmersión?

**Richard Harris:** El cansancio post-inmersión puede ser el resultado de múltiples factores. Algunos de ellos podrían estar relacionados con el buceo, como el estrés térmico, el estrés descompresivo, el gasto energético, la exposición máxima y prolongada al oxígeno, la ansiedad y el mareo. Pero hay muchas otras causas más potencialmente no relacionadas, como la falta de sueño en días de fiesta, alcohol, jet lag, etc.

**Neal Pollock:** Muchas personas no son plenamente conscientes del impacto fisiológico de estar sumergido en el agua. Una respuesta inmediata a la presión hidrostática es que una cantidad sustancial de sangre que habitualmente permanece en los vasos de capacitancia (venas) de las piernas, se incorpora al volumen central (en el pecho). Durante un conocido estudio de este efecto, se encontró que un promedio de 700 ml de sangre es empujada al corazón durante la fase de reposo del ciclo cardíaco. El corazón se estira por el aumento de volumen de sangre y responde inmediatamente mediante una contracción más fuerte y, a continuación, durante un corto período de tiempo, mediante la liberación de ciertas hormonas para provocar el aumento de la eliminación de fluido a través de los riñones. Esta es una respuesta sana a la percepción fisiológica de la presencia de exceso de volumen de fluido. Prácticamente, es por eso que la gente tiene que orinar, incluso después de períodos relativamente cortos de inmersión.

Después de salir del agua, el buceador puede experimentar un descenso inmediato en el volumen de sangre que regresa al corazón. Yo específicamente dije "puede" porque un traje apretado podría trasladar parte de la sangre torácica, incluso sin inmersión. Después del buceo (o de la eliminación post-traje), el buceador experimentará un descenso en el volumen sanguíneo y la presión arterial central. El efecto excede al de la simple pérdida de presión hidrostática debido a que en el cuerpo se ha ido reduciendo de forma activa el volumen de fluido durante el buceo (o debido a la tensión del traje de neopreno). Efectivamente, este conjunto de eventos probablemente explica una parte sustancial del normal cansancio

post-inmersión. Lo más importante, la fatiga es debido a la inmersión, independientemente de la profundidad y el estrés descompresivo.

### **¿Existen datos fiables para apoyar las afirmaciones sobre que el nitrox causa menos cansancio post-inmersión que el aire?**

**Harris:** No. Tres artículos en la literatura revisada (ver los tres primeros en el cuadro de referencias) contribuyen a la evidencia sobre la pregunta del nitrox y la fatiga, pero no estoy convencido de que el calado y la intencionalidad de cualquiera de ellas hayan abordado el problema de manera global.

**Pollock:** Los datos que apoyan esas alegaciones no son convincentes. Esto no es sorprendente ya que la  $PO_2$  aumenta sustancialmente en respuesta únicamente a la profundidad. Sin embargo, no hay razón para argumentar sobre si una persona se siente menos cansado. La investigación ha demostrado que el efecto placebo tiene efectos fisiológicos, así que vamos a dejar al buceador que disfrute de la sensación. Lo importante para los buceadores es que se mantengan dentro de los límites de  $PO_2$  para evitar la toxicidad del oxígeno.



### **Dado que el contenido de oxígeno superior en el nitrox parece causar aumento del estrés oxidativo, ¿cómo conciliar estos efectos aparentemente contrarios del nitrox?**

**Harris:** Un comentario interesante del artículo de Pierre Lafère es que el estrés oxidativo puede inhibir la actividad neuronal (como sucede con el alcohol, por ejemplo), y esto puede afectar a las neuronas inhibitoras y, por lo tanto, al aumento (temporal) de los niveles de excitación. Como comentario personal,

mis compañeros de equipo y yo, nos hemos sentido muy a gusto después de inmersiones en cuevas de 8 a 17 horas en agua a 6 °C y a una profundidad máxima de más de 200 metros.

Teniendo en cuenta la condición térmica, la condición física, la descompresión, el stress oxidativo y psicológico sufrido en estas inmersiones, ¿cómo podemos conciliar esto? ¿Quizás nos sentimos felices de estar vivos! Pero yo también me he sentido mal, cansado y "muerto", después de inmersiones mucho menos profundas con exposiciones al O<sub>2</sub> más bajas y tiempos de ejecución más cortos, en aguas más cálidas. Hay también muchas otras variables a tener en cuenta que la diferencia en un simple cambio de gas.

**.Pollock:** El estrés oxidativo ciertamente tiene el potencial de ser problemático, pero probablemente mucho menos en las exposiciones cortas típicamente asociadas con la mayoría de las inmersiones del buceo recreativo. Se requiere más investigación para evaluar el impacto fisiológico.

### **¿Consideraría el cansancio / la fatiga un síntoma subclínico de ED?**

**Harris:** Yo creo que la fatiga puede ser un síntoma de ED, pero debe ser un efecto muy acusado para que me impresione. La fatiga severa, algo así como la sensación de tener la gripe en lugar de sentirse "un poco más cansado de lo normal después de bucear," es un problema más grave. En lugar de utilizar el término ED subclínica, del que no soy partidario, le llamaría fatiga debido a ED sólo si forma parte de toda una constelación de síntomas.

**Pollock:** Los patrones normales de cansancio post-inmersión podrían no calificarse, pero una "fatiga inusual" notablemente superior a los niveles típicos podría ser una señal o, más probablemente, un síntoma. Dejar al buceador describir la naturaleza y el grado del efecto es importante para ayudar a distinguir entre la normalidad y lo inusual.

A pesar de la impresión común de que el buceo con nitrox puede causar menos fatiga que la realización de la misma inmersión usando una mezcla de aire, hasta la fecha, la investigación científica no ha encontrado ninguna evidencia sólida para respaldar esa suposición. Como se mencionó, el efecto placebo no debe ser subestimado, y aún no se ha estudiado a fondo.

Independientemente de las respuestas que la investigación futura pueda responder, sigue siendo apropiado promover el uso racional de mezclas enriquecidas con oxígeno - no necesariamente como una manera de extender el tiempo de inmersión, sino más bien como una forma de ayudar a minimizar el esfuerzo descompresivo. Si el buceo con nitrox te hace sentir menos cansado después de un día de buceo, independientemente de si cuentas con el apoyo científico a tu experiencia o no, no dudes en usarlo - sólo asegúrate de que lo disfrutas con seguridad.



---

## Conoce a los Expertos

**Richard Harris, BMBS, FANZCA, DipDHM, FFEWM**, es un anestesiólogo australiano que trabaja en medicina del buceo y recuperación aeromédica.

**Neal W. Pollock, Ph.D.**, es director de investigación de DAN y un investigador asociado en el Centro de Medicina Hiperbárica y Fisiología Ambiental del Centro Médico de la Universidad de Duke, ambos en Durham, Carolina del Norte.