

# Características del buceo en aguas polares o extremadamente frías

## Problemas médicos y consideraciones para su seguridad

I. Arance Gil<sup>1</sup>, F. García-Franco Zúñiga<sup>1</sup>, J. D. González Aquino<sup>2</sup>,  
A. P. Pujante Escudero<sup>2</sup>, A. Olea González<sup>2</sup>

### RESUMEN

El buceo en ambientes de clima frío presenta particularidades que lo convierten en especialmente peligroso. El principal problema médico que plantea el buceo en aguas polares es fundamentalmente el riesgo de hipotermia, tanto en buceadores como en personal de apoyo desde superficie. Es importante la elección del traje y equipo más adecuado para cada inmersión en particular. Se evitarán, si es posible: condiciones climatológicas adversas, presencia de animales polares peligrosos, icebergs o desprendimiento de glaciares e inmersiones que necesiten paradas de descompresión.

PALABRAS CLAVE: Buceo - Frío - Hipotermia - Prevención de accidentes

*Med Mil (Esp) 1996;52 (3): 294-296*

### INTRODUCCIÓN

El buceo en regiones polares así como en otros ambientes de clima frío presenta gran cantidad de inconvenientes, no sólo para el buceador sino también para el equipo y para el personal de apoyo en superficie. El médico acompañante a este tipo de misiones debe poseer los conocimientos necesarios para la prevención de problemas que, al tratarse de situaciones extremas, puedan llegar a resultar fatales.

El principal problema, aunque no el único, es intentar mantener una adecuada temperatura corporal en el buceador, necesaria para el confort y seguridad y a la vez, para asegurar su capacidad de concentración, rendimiento y eficacia en el trabajo. Además la hipotermia puede predisponer al buceador a padecer diversas patologías propias del buceo (narcosis, enfermedad descompresiva, hiperoxia,...). Todo esto hace de la selección del equipo de buceo una de las decisiones más importantes a la hora de realizar este tipo de inmersiones (1,2).

Por otro lado el buceo bajo bloques de hielo a la deriva o en mitad de placas de hielo en condiciones ambientales extremadamente frías hacen del agua polar el medio más hostil de todos los ambientes subacuáticos convirtiéndolo, junto con el buceo a gran profundidad y espeleobuceo, en uno de los más peligrosos, de tal manera que sólo debería realizarse si es absolutamente necesario (3).

### CARACTERÍSTICAS DEL BUCEO EN AGUAS POLARES O EXTREMADAMENTE FRÍAS

Es preciso conocer en qué se diferencia este tipo de buceo del resto de las operaciones subacuáticas en aguas más cálidas para prevenir accidentes derivados del buceo en aguas gélidas.

#### TEMPERATURA DEL AGUA E HIPOTERMIA

El agua fría, junto con la duración de la inmersión son quizás los factores que más influyen en el establecimiento de hipotermia en un buceador. Por tanto, se debe proteger al buceador contra el frío pues si no entraría en deuda térmica, cediendo calor y enfriándose rápidamente, lo que le llevaría a una excesiva fatiga con pérdida predominante de la destreza manual y escalofríos, al principio en forma de acceso y más tarde de manera continua e incontrolada. Aparecerá malestar e irritabilidad, confusión, desorientación y amnesia (hipotermia leve) (4).

Si la temperatura corporal interna sigue bajando, se produce deterioro progresivo del nivel de conciencia y alteraciones del ritmo cardíaco hasta llegar a la inconsciencia, fibrilación ventricular y muerte (hipotermia moderada y grave) (5).

Además, el frío es considerado como el mayor factor estresante en el ambiente subacuático y cuando se une a otros factores puede suponer un serio peligro para el buceador. Así pues, se deberán evitar los factores que predispongan a la hipotermia como el alcohol, fármacos (barbitúricos, fenotiacinas, opiáceos...), malnutrición calórico-proteica e hipoglucemia. Además, se desaconsejará el uso de helio en mezclas respiratorias por su alta conductividad térmica, que aumentaría aún más la pérdida calórica por la respiración.

El agua fría supone un factor predisponente de primer orden en la enfermedad descompresiva. La posible explicación está en la redistribución circulatoria que impide la desaturación normal de ciertos territorios (piel, músculos, grasa) durante la

<sup>1</sup> Tte. San. Med. Alumno de Medicina Subacuática

<sup>2</sup> Tte. San Med. Especialista en Medicina Subacuática

Unidad de Investigación Subacuática. Centro de Buceo de la Armada. Cartagena (Murcia)

**Dirección para la correspondencia:** Dr. D. Ignacio Arance Gil.  
Unidad de Investigación Subacuática. 30290 Cartagena Naval (Murcia)

Fecha de recepción del manuscrito: 31 de enero de 1996; en forma revisada:  
19 de abril de 1996

Fecha de aceptación del manuscrito: 25 de abril de 1996

## Buceo en aguas polares

descompresión (6). Por otra parte la descompresión en condiciones de frío extremo puede ser peligrosa debido a la temperatura del agua, movimientos del hielo, etc. Además el agua fría reduce la vida de las baterías de los localizadores acústicos, lámparas estroboscópicas y equipos de comunicación. Por tanto, como norma general, deben evitarse las inmersiones que requieran descompresión, o bien, utilizar procedimientos de buceo que acorten al máximo la estancia del sujeto en el agua (descompresión en superficie).

El temor o aprensión a sumergirse o simplemente el hecho de "no encontrarse bien", el frío y particularmente el exceso de CO<sub>2</sub> son factores predisponentes de la narcosis por nitrógeno, y estos factores aparecen más frecuentemente en este tipo de inmersiones, por lo que tampoco se deben superar los 30 metros de profundidad, ya que pueden aparecer síntomas de narcosis que enmascaren la hipotermia como desorientación, alteración del juicio crítico y de la percepción del mundo exterior, lo cual acarrearía consecuencias gravísimas para la seguridad del buceador (7).

Respecto a la hipoxia, el hecho de realizar esfuerzo físico, tener frío o ansiedad aumenta la sensibilidad del individuo y acelera la presentación del cuadro de intoxicación por oxígeno, aunque no es frecuente que a esas profundidades y respirando aire comprimido aparezcan manifestaciones clínicas de hipoxia.

### TEMPERATURA Y CONDICIONES AMBIENTALES

Las temperaturas medias del verano antártico rondan los -5°C y las mínimas invernales los -40°C; esto unido a los fuertes vientos helados propios de esas regiones hacen del continente antártico el menos poblado de la Tierra. No debemos olvidar por tanto al personal de apoyo en superficie, que muchas veces va a estar más expuesto al frío que los propios buceadores, debiendo ir correctamente abrigados, y en días muy soleados usar cremas de máxima protección solar y gafas por el riesgo de quemaduras y conjuntivitis; hay que tener en cuenta el menor espesor de la capa de ozono en esas latitudes (8).

Los buceadores, una vez vestidos y listos para la inmersión, deberán permanecer expuestos al ambiente el mínimo tiempo posible, ya que una vez bajo el agua, las posibilidades de congelación de los reguladores y válvulas del traje disminuyen.

Los manuales de buceo recomiendan no bucear, excepto en emergencias, cuando las condiciones meteorológicas son adversas (9).

### HIELO E ICEBERGS

La capa de hielo en superficie influye negativamente en la navegación y orientación submarina del buceador. La luz de superficie se difunde tanto entre el hielo que es prácticamente imposible determinar su origen, las olas desaparecen y con ellas las ondulaciones en el fondo que podrían utilizarse como orientación general, y si ese espesor de hielo es suficientemente grueso dificulta el acceso directo a superficie por lo que determinar la dirección de regreso suele ser difícil ya que, además, la proximidad del polo magnético en las regiones polares inutiliza la brújula. Todo esto obliga a los buceadores a ir atados mediante un cabo, siendo imprescindible el buceo por parejas y en ningún momento deberán perder contacto visual entre ellos.

No se debe olvidar que bajo las cubiertas de hielo se pueden formar aristas agudas que dañen a los buceadores o a sus equipos y que incluso aparecen mientras los buceadores realizan la inmersión. Si eso ocurre, deberán dar un rodeo para evitarlas teniendo en cuenta que esos salientes de hielo bajo el agua pueden desplazarse por la marea, vientos o corrientes.

También hay que prestar mucha atención a las zonas de desprendimiento de hielo de glaciares o icebergs y nunca bucear en sus alrededores. Los icebergs sólo muestran una pequeña parte de su área total existiendo el peligro adicional de que gire brusca-mente al cambiar su centro de gravedad por desgaste de la superficie expuesta al ambiente, lo que representa una amenaza para los buceadores y el equipo de apoyo. Además el movimiento de los témpanos de hielo puede ser muy significativo y causar problemas de orientación, cierre de agujeros de acceso a superficie, rotura del umbilical de buceo y aislar o aplastar a un buceador, por lo que el buceo con bloques a la deriva o entre hielo desprendido y suelto sólo se debe realizar cuando sea absolutamente necesario (2).

### ANIMALES POLARES

La mayoría de las especies animales antárticas huyen del hombre, no obstante cuando se bucea en esas aguas hay que considerar algunas para intentar evitarlas antes de hacer una inmersión, como son: orcas, cachalotes, focas leopardo y el elefante marino en época de celo.

En todo caso, aunque el peligro pocas veces viene directamente del animal, es conveniente recalcar la necesidad de conocer aquellas especies que pudieran representar, aunque solo sea potencialmente, un peligro para el buceador procurando no invadir sus territorios y usar la prudencia como norma de seguridad, evitando su presencia, si es posible.

### EQUIPO

El buceo bajo estas condiciones necesita equipos y accesorios especiales. El uso de un equipo homologado de buceo para aguas frías minimizará o eliminará los problemas de congelación aunque siempre habrá que estar alertados ante la eventualidad de algún fallo o accidente en el equipo que protege al buceador. A continuación se describen las características de algunos trajes de buceo:

**Traje húmedo:** tiene la ventaja de su amplia disponibilidad, simplicidad, comodidad, movilidad del buceador y menor probabilidad de fallo catastrófico que los trajes secos, aunque sólo sirve como una medida térmicamente protectora de forma discretamente efectiva. Las operaciones con este tipo de trajes en esas aguas no deberían durar más allá de unos pocos minutos aunque algunos de nuestros buceadores, por complicaciones durante la inmersión, han permanecido durante periodos de más de 15 minutos tras lo que sufrieron síntomas de hipotermia leve. En estas circunstancias se debe considerar el uso de un equipo alternativo como protección térmica.

**Traje seco de volumen variable:** son los que suelen utilizar nuestros buceadores. Proporcionan mayor protección térmica en grado variable dependiendo del tipo y espesor de la ropa interior que se elija. Como desventajas se apunta un aumento de la fatiga del buceador debido al volumen del traje,

posible fallo de las válvulas de entrada y salida de aire y posibilidad de aboyamiento del buceador por pérdida del control de la flotabilidad. Además la rotura de una costura o de la cremallera puede determinar un shock térmico de consecuencias catastróficas para el buceador (2). Es en las manos donde nuestros buceadores refieren haber pasado más frío e incluso durante recogida de muestras hubo alguna rotura de sus guantes con el consiguiente aborto de la inmersión.

**Traje de protección extrema. Traje de agua caliente:** proporciona una excelente protección térmica pero muchas veces no son viables logísticamente pues la central de agua caliente es muy pesada y solo es válido para inmersiones estáticas realizadas desde el buque. Son de elección cuando los tiempos en el fondo se prevén largos pero tienen el inconveniente de que un fallo en el sistema de agua caliente puede ser fatal, debiéndose controlar continuamente la temperatura del agua, ya que pueden ocasionar escaldaduras.

Durante la espera que va desde el momento en que se ven hasta la inmersión, se les enfriará cada pocos minutos con agua para evitar el sobrecalentamiento y retrasar la sudoración, ya que la transpiración humedecería la ropa interior y reduciría su capacidad de aislamiento térmico.

## ACLIMATACIÓN A AGUAS FRÍAS

Los efectos combinados de presión y temperatura limitan la capacidad de trabajo y el tiempo de permanencia en el fondo de aquellos individuos no aclimatados. En buceadores entrenados en aguas frías se ha encontrado una menor pérdida calórica, menor consumo de oxígeno y disminución de la frecuencia cardíaca durante la inmersión con respecto a los no entrenados.

Así se observa, por ejemplo, que los nadadores de larga distancia como los que cruzan el Canal de la Mancha, presentan por lo general una gruesa capa de grasa subcutánea. En las buceadoras coreanas, después de una jornada de inmersión con tiempo total en el agua a 10°C durante 16 minutos su temperatura rectal desciende a 34°C y en buceadores noruegos con equipo autónomo se ha comprobado que acusan un menor descenso de la temperatura rectal al cabo de 45 días de estar realizando inmersiones de una hora de trabajo en aguas a 2°C de temperatura. Nuestros buceadores relatan una mayor permanencia en agua antártica por parte de los buceadores chilenos que usaban traje húmedo, con respecto a los de otras nacionalidades, quizás también debido a esta adaptación. Se realiza pues la importancia de la aclimatación a este tipo de aguas antes de realizar las operaciones de buceo antártico. Se considera que un buceador está aclimatado cuando realiza al menos dos inmersiones en aguas a 10°C o menos, cada semana durante un mínimo de seis meses (10).

## CONCLUSIONES

Desde el punto de vista médico es importante para poder apoyar y, en su caso, auxiliar este tipo de operaciones conocer las características que hacen el buceo polar diferente del resto de las operaciones subacuáticas y que lo convierten en uno de los más peligrosos, siendo el principal problema el riesgo de hipotermia que pueden sufrir tanto los buceadores como el personal de apoyo en superficie por lo que deberán evitarse todos

aquellos factores que predispongan a la hipotermia, así como inmersiones que necesiten descompresión.

Debido a que la hipotermia puede producir disminución de la capacidad de razonar, las misiones a realizar deben estar claramente definidas y serán lo más simples posibles. Los buceadores deberán ser capaces de reconocer de inmediato los síntomas de hipotermia leve dando la inmersión por finalizada cuando dichos síntomas se presenten y nunca intentar seguir hasta la finalización de la misión. Una vez en superficie se les aplicará las técnicas de recalentamiento adecuadas al grado de hipotermia, debiéndose obtener la medida exacta de la temperatura central, teniendo en cuenta que los termómetros estándar no son adecuados para medir temperaturas corporales bajas. Así mismo se tendrá preparada la cámara hiperbárica para el manejo de accidentes de buceo que necesiten recompresión: enfermedad descompresiva y embolia arterial de gas por sobreexpansión pulmonar, por lo que se recomienda la capacitación para tratamiento de accidentes de buceo para los médicos que acompañen a este tipo de misiones.

Aparte del correcto apoyo logístico es importantísima la correcta planificación de la operación de buceo atendiendo sobre todo a:

— Condiciones ambientales para intentar elegir, si es posible, las mejores condiciones climatológicas para el desarrollo de estas operaciones.

— Selección de personal y equipo: tienen que ser buceadores muy expertos, equilibrados física y psíquicamente, y que realicen un mantenimiento correcto de su equipo de buceo, desautorizándose la inmersión si en opinión del médico supervisor de la misma, el buceador sufre el estrés fisiológico de una inmersión con hielo.

Por último hay que tener en cuenta el efecto térmico acumulativo de las inmersiones sucesivas ya que este defecto térmico puede sumarse a lo largo de las inmersiones produciendo aumento de la fatiga, disminución del rendimiento y predisposición a una hipotermia más grave, destacándose que con un adecuado y mayor conocimiento de la fisiología de la inmersión en aguas frías se pueden establecer procedimientos de seguridad que hagan que el trabajo de los buceadores sea más confortable y seguro.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Shilling CW. The diving environment. Diving in cold water. Diving under Ice. En: Shilling CW, Carlston CB, Mathias RA eds. The Physician's Guide to Diving Medicine. New York: Plenum Press, 1984:10-11.
- 2 US Navy Diving Manual vol 1 Appendix J. Ice/Cold Water Diving Operations. 1993.
- 3 Edmons C, Lowry C, Pennefather J. Diving and Subaquatic Medicine (3ª ed.). Sydney: Butterworth-Heinemann, 1993:291-300.
- 4 Dexter WW. Métodos de recalentamiento en la hipotermia. *Jano* 1991; 51(966):47-52.
- 5 Varon J, Sadonnikoff N, Sternbach. Hipotermia. *Jano* 1993;45(1061):54-58.
- 6 Lamb TH, Yau KP. Analysis of some individual risk factors for decompression sickness in Hong Kong. *Undersea Biomed Res*, 1989;16(4):282-292.
- 7 Gallar Montes F. Narcosis por gases inertes. En: Gallar F (ed.). Medicina Subacuática e Hiperbárica (3ª edición). Madrid: Instituto Social de la Marina, 1995:285-291.
- 8 Calvo Roy A. La Antártida Catedral del hielo. Madrid: McGraw-Hill. 1993:45-79.
- 9 Adivp-1 (Navy) NATO. General Considerations on the use of divers. Polar/Cold Water Diving, 1990.
- 10 Park YS, Hong SK. Physiology of cold water diving as exemplified by Korean women divers. *Undersea Biomed Res* 1991;18(3):229-241.