

Buceo ajo Hielo

manual del alumno

Manual realizado
por la
**Federación
Española de
Actividades
Subacuáticas
(F.E.D.A.S.).**
Sistema de
enseñanza
homologado por la
**Confederación
Mundial de
Actividades
Subacuáticas
(C.M.A.S.).**



CMAS



1ª edición, 2005

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del “Copyright”, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

© 2000 FEDAS, Federación Española de Actividades Subacuáticas

Santaló, 15, 3º - 08021 BARCELONA

Impreso en España - Printed in Spain

Imprime:

Depósito legal:

Documentación y textos: Jose Manuel Cruz, Luciano García-Machiñena, Luis María Gorracho, Fernando Irizar, Angel Martínez, Francisco Molina, Mikel Orúe, Victor Orúe y Eduardo Sánchez

Cubiertas: Quique Sánchez

Maquetación: Antonio Arias

Diseño Maqueta: Quique Sánchez, Antonio Arias

Gráficos: Quique Sánchez

Fotografías: Archivo FARAS

Coordinación: E.N.B.A.D. (Escuela Nacional de Buceo Deprtivo)

Colaboración especial: Carlos Armenta Déu

Instructor 3-E nivel 6, FEDAS.

**Especialidad de
Buceo bajo hielo**

Manual del alumno

PRÓLOGO

En esta nueva aventura que supone bucear bajo el hielo queremos desde estas líneas animar a todos vosotros, buceadores inquietos que buscáis nuevas sensaciones, a tratar de mejorar nuestro método de trabajo, y a comprender mejor qué es y qué supone el reto de encontrarse sumergido en ese mundo hasta cierto punto irreal y fantástico que es el del Buceo bajo Hielo. Por ello, simplemente recordar que la experiencia que vais a vivir es fantástica y seguramente única, pero que ante todo debéis buscar vuestra seguridad y la de vuestros compañeros. No os dejéis, pues, engañar por falsas expectativas, y confiar plenamente en la capacidad de vuestros instructores y de aquella gente experta que, día a día, hace de FEDAS un mundo más seguro y atractivo para la práctica de cualquier actividad en el mundo del buceo.

Dirección E.N.B.A.D.

Índice

INTRODUCCIÓN

Introducción general	9
----------------------------	---

CAPÍTULO 1

El equipo de buceo

Recordatorio de trajes secos	12
Trajes semisecos	13
Equipamiento	14
“Meterse” dentro del traje	14
Estanqueidad	14
Conexión de latiguillo de pecho. Válvulas de entrada y salida de aire	15
Reguladores	15
Uso del doble regulador	17
El resto del equipo	18
Equipo ligero	18
Equipo pesado	18
Guantes	19
Cuchillo	19
Lastre	20
Comprobaciones y precauciones	20

CAPÍTULO 2

Preparación para la inmersión. Los elementos de corte

Buceo con traje seco	
Advertencias	22
Entrada en el agua	22
Evoluciones en el agua	24
Emergencias	24
La motosierra, el pico y la pala de nieve	25
Motosierras	26

Pico	26
Sierra manual	27
Pala de nieve	27
Test de autocontrol	28

CAPÍTULO 3

Buceando bajo el hielo. Planificación y seguridad

Preparación	32
Comprobación de los espesores de hielo y profundidad	32
Perforación del hielo. Confección de diferentes tipos de agujeros	33
Sistemas de fijación de clavos de hielo y de cabos guía	34
Zona de estiba y zona de seguridad	34
Planificación de la inmersión	36
Asignación de grupos. El grupo de apoyo. Jefe de grupo. Responsable de superficie	36
Asignación de tareas	37
Posición de los grupos en superficie y bajo el agua. Manejo del material	37
Programación de la inmersión	38
Fijación de rumbos	38
Código de señales	38
Tiempo de paso. Tiempo de inmersión	39
Buceo con cabo guía	39
Intercambio de señales en inmersión. uso del cabo guía	40
La misión del responsable durante la inmersión	40
Situaciones de emergencia	41
Plan de emergencia y evacuación	43
Test de autocontrol	44

CAPÍTULO 4

Efectos fisiológicos y psicológicos del buseo en aguas frías

Efectos fisiológicos del frío sobre el organismo	48
--	----

Perdida de calor en el aire y en el agua	49
Sistemas de defensa contra el frío	50
Hipotermia. Sus grados	51
Actuación ante una persona que sufre hipotermia	53
Prevención de la hipotermia	55
Efectos psicológicos del frío. Estrés y pánico	56
Estrés y pánico. definiciones y diferencias	56
Actuación ante un buceador estresado	58
Congelación. Concepto y descripción	59
Actuación ante una congelación	61
Accidentes específicos del medio	62
Enfermedad por descompresión. Particularidades en el buceo bajo hielo	62
Manejo de la enfermedad por descompresión	63
Prevención de la enfermedad por descompresión	64
Ahogamiento	64
Ahogamiento. Primeros auxilios	65
Traumatismos	66
Manejo de traumatismos cráneo-encefálicos	67
Manejo de traumatismos de extremidades	67
Normas generales de seguridad	68
Test de autocontrol	70

CAPÍTULO 5

Buceo en altitud. Aplicación al buceo bajo hielo

Introducción	74
Efectos de la presión atmosférica	74
Influencia sobre la absorción de nitrógeno por el organismo	74
Influencia sobre la determinación de la profundidad real de la inmersión	76
Influencia sobre el consumo de aire	77
Efectos de la salinidad del agua	79
Efectos sobre la densidad y la flotabilidad	79
Efectos sobre el organismo	79
Efectos de la luz	80
Test de autocontrol	81

CAPÍTULO 6

Calculo de inmersiones en altitud buceo bajo hielo

Calculo de inmersiones en altitud	86
Correciones a las tablas	86
Coeficiente de sobresaturación	87
Manejo de tablas	88
Profundidad teórica	88
Profundidad real de las paradas de descompresión	89
Calculo de inmersiones sin climatización	90
Calculo del grupo de inmersión sucesiva	92
Test de autocontrol	93

TEST FINAL

Test de evaluación capitulo 2	96
Test de evaluación capitulo 3	98
Test de evaluación capitulo 4	100
Test de evaluación capitulo 5	102
Test de evaluación capitulo 6	104

INTRODUCCIÓN

La inmersión en lagos helados se encuentra entre las experiencias más apasionantes para el buceador. El agua suele tener muy buena visibilidad, la flora muerta, los peces aletargados y una luz lechosa nos ofrecen una imagen alucinante del sueño invernal de la naturaleza.

Sin embargo, la inmersión bajo hielo esconde peligros especiales que hay que prevenir de manera adecuada. Por un lado, en esta modalidad es imposible llevar a cabo una inmersión directa. Incluso capas de hielo muy delgadas que se rompen con facilidad desde el exterior, no se dejan romper desde dentro. El esfuerzo de intentar abrir con ayuda del cuchillo un agujero suficientemente grande requiere demasiado tiempo y esfuerzo como para que sirva de ayuda en caso de apuro. A esto se añade además que el orificio de entrada puede verse únicamente cuando nos encontramos justo debajo o delante de él. Pequeñas desviaciones hacen que la abertura desaparezca por completo desde el punto de vista óptico. Como consecuencia, es inevitable que los buceadores actúen en cordada. Sumergirse bajo el hielo sin cuerda, incluso aunque sea antes de la auténtica inmersión para "reconocer el terreno", es simplemente suicida.

Carece de sentido practicar agujeros de salida suplementaria en el hielo. Encontrarlos es una tarea sin esperanza, lo mismo que el regreso al orificio de entrada sin ayuda de la "cuerda". La recomendación de practicar agujeros de salida en el radio de las longitudes de cuerda alrededor del orificio de entrada, no ha demostrado ser adecuada en la práctica. En caso de apuro, la cuerda no está completamente extendida o bien se comba durante la inmersión de tal forma que el radio que describe el submarinista es mucho menor. Debido a que en caso de apuros el tiempo apremia, cabría disponer tan sólo de una posibilidad y no perder así el tiempo en intentos vanos.

Cuando no se usa el equipo adecuado en el buceo bajo el hielo, este se vuelve más peligroso inclusive que el buceo en cuevas, sobre todo cuando no se lleva la protección térmica necesaria.

El perder calor corporal (hipotermia) entorpece las funciones corporales y puede producir temblor, fatiga, falta de coordinación, desorientación, etc. Lo ideal es usar traje seco, de volumen variable (ver material).

El aire que se respire, así como las botellas, deben estar completamente secos para evitar que la humedad se congele en el interior del regulador cuando se demanda mucho aire, o cuando hay flujo continuo de aire. El regulador deberá ser de los diseñados para aguas frías o contaminadas, es decir, que tenga la primera etapa estanca. Con esto evitaremos que se bloquee el aire por la formación de hielo en su interior.

Tener en cuenta que al respirar con el regulador fuera del agua, hay más posibilidades de que se congele en su interior la humedad del aire que cuando está sumergido en el agua. El aire suele estar a bajo cero y el agua sobre cero. Tampoco se debe mojar antes de entrar al agua, por el mismo motivo anteriormente expuesto. Tampoco se sacará el regulador fuera del agua en caso de encontrar bolsas de aire bajo el hielo.

Se recomienda para practicar esta especialidad cumplir estos requisitos:

- Dominar totalmente todas las habilidades del buceo, principalmente calumé, equilibrio del cuerpo y control de flotabilidad.
- Tener buena condición física y mental, absoluto autocontrol, sentido común y disciplina.
- Tener el equipo apropiado
- El buzo deberá adaptarse a los siguientes ajustes antes de practicar el buceo bajo el hielo, que difiere de los tradicionales en aguas abiertas de:
 - a) Es un ambiente confinado.
 - b) No hay posibilidad de realizar un ascenso de emergencia.
 - c) Mayor dependencia del equipo mecánico.
 - d) Se corre el riesgo de perderse.

Capítulo 1

El equipo de buceo

En este primer capítulo nos ocuparemos de realizar un revisión detallada de los principales componentes del equipo de buceo aptos para la práctica de Buceo bajo Hielo.

La atención fundamental se va a centrar en los sistemas de protección térmica, trajes secos y forros interiores, así como en los diferentes tipos de reguladores que pueden ser utilizados a muy bajas temperaturas.

Por último, se hará un detallado repaso de las principales características de aquellos elementos que son imprescindibles para la práctica del Buceo bajo Hielo y que normalmente no se utilizan en otro tipo de inmersiones

RECORDATORIO DE TRAJES SECOS

Vamos a conocer

1. Los principios fundamentales de los trajes secos
2. Las características y materiales de los trajes secos
3. Cómo equiparse y operar correctamente con un traje seco
4. Las características más importantes de los trajes semi secos
5. Ventajas e inconvenientes de los trajes secos y semi secos

Dado que para acceder a esta Especialidad es necesario que hayas realizado previamente la de Traje Seco, no vamos a volver a explicar todo lo referente a sus características, tipos, materiales y forma de equiparse. Tan sólo realizaremos un breve repaso para “refrescar” la memoria y evitar que podamos cometer algún error serio por culpa de un olvido involuntario.

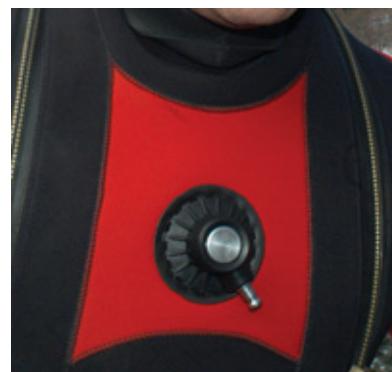


Recordemos que el traje seco es uno de los elementos que diferencian básicamente el buceo bajo hielo de las inmersiones en aguas cálidas o templadas. De los tres tipos fundamentales de traje seco que hay en el mercado, volumen constante, atmosféricos, y de volumen variable, únicamente estos últimos son apropiados para el buceo bajo hielo, ya que los de volumen constante necesitan un aporte de aire desde superficie del que normalmente no se dispone en el buceo deportivo o recreativo, únicamente en el

profesional. Igualmente, los atmosféricos requieren estar presurizados a 1 ATA para evitar la descompresión y sólo se usan en trabajos profesionales a gran profundidad.

En los trajes de volumen variable sabemos que la cantidad de aire en el interior se puede regular por medio de una válvula de hinchado, localizada en el pecho, y una de evacuación situada en la parte superior del brazo izquierdo.

¡¡¡Es importante recordar que hay que conectar la válvula de hinchado al latiguillo de media presión que sale del regulador!!!



No nos olvidemos que, si queremos regular la cantidad de aire que sale del traje, podemos actuar sobre la válvula de exhaustación, la cual puede regular la resistencia a la salida del aire mediante un mecanismo de rosca, o bien accionarse directamente para drenar aire. Al igual que ocurre con los jackets, deberemos colocar la válvula de exhaustación en el punto superior (elevando el brazo), para que el drenaje del aire sea efectivo.

Recordemos que de los tres tipos de material, tela recauchutada, trilaminados y neopreno, el más recomendable es el trilaminado porque es muy flexible, lo que facilita los movimientos bajo el agua, y proporciona una ligera flotabilidad negativa, lo que evita añadir más lastre. Sin embargo, debemos recordar que si se inunda su flotabilidad negativa puede suponer un problema añadido, y que su protección térmica es escasa, por lo que es imprescindible llevar un mono de calor para evitar posible hipotermia. Este mono, además, evita los incómodos pinzamientos y el placaje.

Recomendaciones

- Antes de usar un traje seco en aguas abiertas, se recomienda realizar prácticas en una piscina para acostumbrarse a su uso.
- Antes de entrar al agua con un traje seco, es prioritario asegurarse de que la cremallera está bien cerrada, ya que la inundación del traje seco, sobre todo los trilaminados y de tela recauchutada, además de los posibles problemas de hipotermia, conllevan la posibilidad de ahogamiento por su flotabilidad negativa.

Como normas generales a valorar en un traje seco, debemos tener en cuenta:

1. El mejor lugar para la válvula de hinchado es en el centro del pecho.
2. La mejor localización para la válvula de exhaustión es en la parte superior del brazo izquierdo.
3. El mejor tipo de válvula de exhaustión es el ajustable, proporcionando funcionamiento manual y automático.
4. La capacidad de evacuación de la válvula de exhaustión debe ser superior a la capacidad de la válvula de hinchado.

Trajes semisecos

Un traje semiseco es más simple. Básicamente consiste en un traje de una sola pieza, de neopreno de gran grosor, provisto de una cremallera y de





manguitos de látex en tobillos, puños y cuello. Se diferencia de un traje seco, principalmente, en:

- El traje en sí, también de una sola pieza, no incluye botines;
- La estanqueidad hay que lograrla en los tobillos, además de en cremallera, puños y cuello;
- No va provisto de válvulas para entrada o salida de aire, es decir, el aislamiento del frío se consigue únicamente por el espesor del material, normalmente neopreno de 7 mm.

En lo sucesivo, al hablar sobre el traje, nos referiremos normalmente al traje seco que, como queda explicado, es más complejo y noventoso al buceador acostumbrado al traje húmedo. El usuario de un traje semiseco únicamente deberá reparar en la correcta preparación del traje para conseguir en éste una perfecta estanqueidad. Por lo demás, no cabe destacar diferencias apreciables con el traje húmedo.

EQUIPAMIENTO

“Meterse” dentro del traje.

a) Cremallera en la espalda

- Abrir la cremallera
- Introducir las piernas
- Introducir los brazos
- Introducir la cabeza en último lugar
- Colocar los brazos en cruz
- El compañero cierra la cremallera

b) Cremallera en el pecho

- Abrir la cremallera
- Introducir la cabeza en primer lugar
- Introducir los brazos
- Introducir las piernas por último
- Cerrar la cremallera uno mismo

Asegurar la estanqueidad.

- Ajustar manguitos de muñecas y tobillos
- Cerrar correctamente la cremallera colocando bien la solapa
- No forzar el traje estirando de brazos o piernas. Se recomienda el uso de agua jabonosa para que entre mejor y se ajuste bien garantizando la estanqueidad

Conexión del latiguillo de pecho. Válvulas de entrada y salida de aire.

- Conectar correctamente el latiguillo de media presión
- Asegurarse de tener la válvula de salida en posición correcta (entre el hombro y el codo del brazo izquierdo), y sin nada que impida su normal funcionamiento.

No debemos olvidar

- 1. El mejor tipo de traje seco para buceo bajo hielo es el trilaminado.**
- 2. Conviene llevar ropa de abrigo debajo del traje.**
- 3. Se puede usar indistintamente cremallera dorsal o pectoral, aunque la pectoral tiene la ventaja de poder equiparse uno mismo sin necesidad de ayuda.**
- 4. Hay que vigilar que la conexión del latiguillo de aire esté bien montada.**
- 5. Asegurar la estanqueidad del traje antes de sumergirse.**
- 6. En caso de usar un traje semiseco vigilar que los manguitos estén bien colocados para evitar la entrada de agua.**

REGULADORES

Vamos a conocer

- 1. Las características de los reguladores para buceo bajo hielo**
- 2. Cómo evitar la congelación de un regulador**
- 3. La necesidad de llevar doble regulador en lugar de octopus**
- 4. Cómo se utiliza el doble regulador bajo hielo**

El principal problema con que nos enfrentamos al emplear reguladores en medios fríos es su posible congelación y por tanto su mal funcionamiento.

Con la reducción de la presión, el aumento del volumen del aire produce frío o, mejor dicho, se extrae calor al aire. Este efecto es mayor cuanto mayor sea la diferencia de presión y las cantidades de aire que pasan por

el lugar donde se reduce la presión. La mayor reducción de la presión se registra en el regulador por donde pasan grandes cantidades de aire en función de la profundidad de la inmersión y el consumo individual de aire. El aire se enfriá rápidamente, extrayendo calor al regulador el cual se enfriá.

En caso de temperaturas bajas del agua - por debajo de 6°C.- también baja la temperatura de la botella, lo que significa un enfriamiento adicional del aire contenido en la botella. Este efecto es muy significativo en el buceo bajo hielo. Con la suma de estos hechos se alcanza rápidamente el punto de congelación en el interior del regulador. Dado que el aire de la botella nunca es totalmente seco, la humedad se condensa y se forman cristales de hielo. Estos se adhieren a las superficies y puntos estrechos del sistema de válvulas impidiendo su buen funcionamiento. El regulador pierde su funcionalidad, al haberse producido una congelación interna.

Otro problema es la llamada congelación externa. Sabemos que el agua penetra en la cámara de agua del regulador, rodeando el muelle principal del regulador con pistón, igual que el hueco por donde pasa dicho pistón, en el caso de reguladores de membrana, el hueco donde está el muelle principal del regulador.



Un fuerte enfriamiento puede provocar la formación de hielo en la cámara de agua, con la consecuencia que se bloquea el sistema en posición abierta, produciendo lo que se conoce como flujo continuo.

Los reguladores de pistón son los más afectados por la congelación externa ya que el aire enfriado rodea constantemente el pistón formándose hielo en el extremo del pistón.

La solución es llenar la cámara de agua con anticongelante o con una grasa -silicona- con el fin de evitar el contacto del agua con el sistema.

En la segunda etapa se vuelve a reducir la presión del aire hasta la del entorno, lo que implica un mayor enfriamiento. Este problema se ve agravado por las carcasa de plástico que son malas conductoras del calor y que no dejan pasar suficientemente el frío al agua, pudiendo producirse hielo o escarcha en el interior de las mismas.

Este problema se puede minimizar dando a las piezas un tratamiento que evite la formación de gotas de humedad, que luego se congelan obstaculizando su buen funcionamiento. También se reduce la congelación equipando al regulador con materiales que intercambien calor con el agua circundante impidiendo la formación de escarcha "radiadores". No existe un regulador que resista por completo a la congelación. La mejor



solución para estos casos es un segundo regulador independiente.

Cuando el primer regulador empieza a funcionar mal, se cierra su grifo de la botella, empezando a utilizar el segundo regulador, el regulador congelado sube en pocos minutos hasta la temperatura del agua, el hielo se disuelve y el regulador vuelve a estar en perfecto funcionamiento.

Uso del doble regulador

El uso de un doble regulador obliga a llevar doble grifería en una sola botella o dos botellas acopladas (bibotella). Para realizar la transición de un regulador a otro de forma correcta seguiremos los siguientes pasos:

- Localizaremos el segundo regulador y lo soltaremos de su sujeción
- Nos quitaremos el regulador principal de la boca con cuidado dejándolo caer con suavidad para evitar que entre en "flujo continuo"
- Nos colocaremos la boquilla del segundo regulador en la boca
- Indicaremos a nuestro compañero que ya puede proceder a cerrar el grifo del regulador que hemos dejado de utilizar

NOTA: Es muy importante que la persona que vaya a cerrar el grifo comprobe que el grifo que cierra corresponde al regulador que no se está uti-

lizando para evitar dejar sin aire al compañero. Para ello, bastará seguir con la mano el latiguillo del regulador cuya boquilla está suelta hasta la grifería.

No debemos olvidar

- 1. Los reguladores para buceo bajo hielo deben ir provistos de una protección de silicona en la cámara de alta para evitar su congelación, especialmente si son de pistón.**
- 2. Nunca debemos utilizar el regulador en superficie porque la condensación del aire provocaría la congelación de ciertas partes del regulador.**
- 3. Llevar siempre doble regulador.**
- 4. Colocarse la boquilla del segundo regulador antes de cerrar el grifo al que está conectado el primer regulador.**

EL RESTO DEL EQUIPO

Vamos a conocer

- 1. Las características fundamentales del equipo ligero para buceo bajo hielo**
- 2. El tipo más recomendable de gafa y aletas para bucear bajo hielo**
- 3. Los tipos de guantes más adecuados para bucear bajo hielo**
- 4. Cómo debe ser el cuchillo que llevemos en buceo bajo hielo**

Equipo ligero

Una vez vestidos, y tras verificar que la conexión del latiguillo de pecho funciona adecuadamente, sólo restará finalizar la equipación con los útiles habituales del equipo de buceo: aletas, máscara, cinturón de lastre y guantes.

Es posible que se deba modificar la posición de las hebillas o la longitud de las correas de las aletas, pues los botines del traje seco suelen presentar, en conjunto, mayor grosor que los escarpines del traje húmedo. Existen en el mercado modelos específicos de aletas para usar con traje seco. La principal diferencia con las otras es el sobredimensionamiento de su zapatilla.



Aunque puedan resultar especialmente idóneas las máscaras de tipo facial, por impedir el contacto directo de la cara con el agua fría, no se recomienda su empleo a aquellos buceadores que no estén habituados a ellas. Si consideramos, además, que el tiempo de exposición no superará en circunstancias normales los veinte minutos, podremos seguir utilizando la tradicional máscara de buceo, en las mismas condiciones que cuando buceamos en otras aguas.

Equipo pesado

Del conjunto formado por botellas, reguladores y chaleco hidrostático, necesario para comprobar la conexión de la entrada de aire al traje, se despojará el buceador, pues su colocación definitiva se hará desde la posición de sentado, en el borde del agua, piscina o lago, en la forma que más adelante se explicará.

Guantes

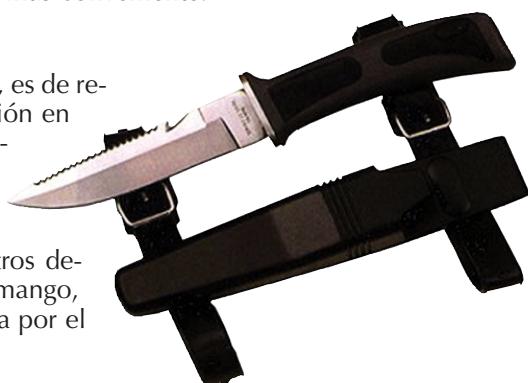
En cuanto a los guantes, podremos optar entre el modelo normal o el de tipo mitón,

de "tres dedos". Este último presenta la ventaja de mantener más caliente la mano, por permitir el íntimo contacto de dos dedos dentro de un mismo compartimento. Sin embargo, la pérdida de sensibilidad y habilidad en acciones manuales es evidente. Habrá que valorar ambos factores (protección térmica y habilidad manual) para hacer la elección más conveniente.



Cuchillo

Estrechamente relacionado con lo anterior, es de resaltar la necesidad de observar gran precaución en el manejo del cuchillo bajo el agua, sobre todo si la cruz transversal que hace de tope del mango es de pequeñas dimensiones. Si empleamos el cuchillo para punzar o agujear algo, correremos el riesgo de que nuestros dedos rebasen involuntariamente el tope del mango, ante la imposibilidad de sujetarlo con firmeza por el enfriamiento de la mano.



Lastre

Finalmente, hay que prestar gran atención al lastrado con traje seco. Si tenemos en cuenta que es prácticamente imposible vaciar el traje de aire por completo, resulta que el buceador lleva consigo una cámara de aire, de mayor o menor volumen. O lo que es lo mismo, experimenta en el agua un empuje adicional, que incrementa su flotabilidad. De ahí la necesidad de lastrarse más que con traje húmedo. Como norma general, para tantear el lastre necesario, se puede comenzar con un lastre doble del habitual con traje húmedo.

No debemos olvidar

- 1. La gafa más recomendable es la de tipo facial, pero SÓLO para buceadores experimentados.**
- 2. Para buceadores con poca experiencia en buceo bajo hielo es recomendable un gafa de poco volumen.**
- 3. Las aletas deberán ser de pie abierto para poder calzar el botín del traje seco.**
- 4. El cuchillo de buceo bajo hielo deberá ser de pequeño tamaño y manejable para evitar cortes o heridas.**
- 5. Los guantes más recomendables son los de tres dedos.**

COMPROBACIONES Y PRECAUCIONES

Resumiendo, el buceador equipado con traje seco deberá hacer las siguientes comprobaciones antes de saltar al agua:

- Cremallera completamente cerrada
- Pliegues hacia el interior de manguitos y cuello
- Conexión firme del latiguillo a la válvula de entrada de aire al traje (tirar ligeramente para comprobarlo)
- Funcionamiento de la válvula de entrada
- Posicionamiento de la válvula de salida de aire del traje (mayor o menor flujo)
- Funcionamiento de la válvula de salida de aire
- Traje con el mínimo de aire posible en su interior

Durante el período de espera en superficie, se respetarán los siguientes preceptos:

- No respirar del regulador
- Guardar una distancia mínima de cinco metros con cualquier otra persona
- El equipo depositado en el suelo se dispersará en la medida de lo posible
- El equipamiento con escafandra se hará desde la posición de sentado en el bordillo de la piscina (piernas en el agua)

Capítulo 2

Preparación para la inmersión. Los elementos de corte

El Buceo bajo Hielo requiere de unas técnicas especiales para acceder al agua que se encuentra bajo la capa helada. Para ello, se necesitan unas herramientas, los elementos de corte, que permiten y facilitan dicho acceso.

En este capítulo se va a tratar tanto de dichos elementos como de las técnicas de empleo para manejarlos con seguridad y eficacia.

Vamos a conocer

1. *Como debemos equiparnos de forma correcta utilizando un traje seco.*
2. *Como debemos entrar al agua en el buceo bajo hielo.*
3. *Como debemos evolucionar una vez que estemos en el agua al inicio de la inmersión y durante el desarrollo de la misma.*
4. *Que situaciones de emergencia se pueden presentar en el buceo bajo hielo.*
5. *Como se resuelven satisfactoriamente las emergencias en buceo bajo hielo.*

Advertencias

El traje seco, por su concepción y diseño, permite hacer un uso de él como compensador de flotabilidad, dada la posibilidad que permite al propio buceador de hacer variar el volumen de aire contenido en su interior, accionando las válvulas correspondientes. Pero se considera que, para una utilización segura, se precisa un período de aprendizaje, más o menos prolongado, por lo que un buceador no habituado a su uso debería renunciar a utilizarlo de esta forma bajo el hielo.

En consecuencia, desde el punto de vista de la seguridad de alumnos e instructores, se adopta el siguiente criterio para las prácticas con traje seco:

El alumno debe conocer teóricamente el funcionamiento del traje y debe practicar en piscina la utilización del traje con todas sus posibilidades, pero bajo el hielo se abstendrá de usarlo como compensador de flotabilidad. El traje seco se utilizará únicamente como excelente protector frente al agua fría que es, mientras que la variación de flotabilidad la realizará el buceador con el chaleco hidrostático, en la misma forma y condiciones que lo hace en otros ambientes.

Por lo demás, no hay diferencias apreciables en los procedimientos de buceo, ya empleemos uno u otro traje: saltos al agua, propulsión con aletas...

Entrada en el agua

Se practicará la entrada en el agua de la misma forma que se hará en agua helada. Para ello, se seguirá la siguiente secuencia de acciones:

- Equiparse lejos del bordillo. Es preciso coger el hábito de evitar concentrar excesivo peso sobre un mismo punto, sobre todo en las proximidades de la orilla.

midades del borde del agujero, por su mayor exposición al peligro de fracturas del hielo. Evitaremos en lo posible aproximarnos a otras personas a menos de tres metros, así como concentrar material pesado apoyado en el suelo, como lastre y botellas.

- Vaciar la mayor parte del contenido en el interior del traje. Una vez ajustado el traje, pulsaremos su válvula de salida de aire. Podremos facilitar el vaciado haciendo "la bomba".
- Sentarse en el bordillo, con piernas en el agua y aletas ya colocadas.
- Ponerse la escafandra, con la ayuda de un compañero. Recordemos el peligro de concentrar peso en un punto, como se da inevitablemente en este caso.

Unir el cabo-guía a una anilla del jacket. El propio buceador elegirá el punto exacto de atadura del cabo-guía. No se servirá de nudos, sino de mosquetón. Respecto a la anilla en la que engarce el mosquetón, deberá tenerse en cuenta el efecto que pudiera producir un tirón inesperado del cabo-guía. Así, resulta aconsejable empeñar aquella que deje al cabo-guía lo más alejado posible de latiguillos y/o segundas etapas de reguladores, principal o auxiliar, o de cualquier otro elemento accesorio de nuestro equipo. Esta consideración deberá tenerla presente el buceador durante todo el trayecto de la inmersión, sin olvidar tampoco su orientación con el otro extremo de la cuerda. Una buena postura la adopta el buceador cuando los tirones del cabo los recibe desde el exterior, y no por el interior, lo que se consigue evitando "montarse" sobre la cuerda. Además, el mismo buceador deberá hacer firme con su mano la cuerda para conseguir una doble finalidad: percibir con nitidez los tirones y evitar el deterioro del jacket.

- Equiparse con el resto del equipo, pero sin respirar del regulador. Si respiráramos de éste fuera del agua, sería posible que se bloqueara el mecanismo de regulación, por congelación del vapor de agua del aire trasvasado de una cámara de aire a otra. Bajo el agua el riesgo es mucho menor.
- Tomar el rumbo que se seguirá bajo el agua, y comunicarlo al instructor. Efectivamente, cuando avancemos bajo el agua, lo haremos siguiendo un rumbo predeterminado. El instructor de superficie deberá conocerlo, para proceder al rescate de los buceadores si fuera preciso.
- Esperar la indicación del instructor antes de entrar en el agua.
- Para entrar en el agua, balancear el cuerpo hacia delante.
- Bajo el agua, hacer la primera inspiración.
- Apartarse de la zona de caída al agua unos dos o tres metros y aguardar la llegada del instructor.



Evoluciones en el agua

Bajo el agua, podremos ascender y descender, o avanzar hacia delante.



Como ya se indicó anteriormente, la compensación de flotabilidad se realizará con el chaleco hidrostático, en la forma que estamos acostumbrados a hacerlo. Sin embargo, debemos conocer (y practicarlo solamente en piscina) el procedimiento de utilización de un traje seco como compensador de flotabilidad y para evitar el placaje del traje al

cuerpo por la presión, accionando sus válvulas de entrada y salida de aire.

Entraremos en el agua con una pequeña cantidad de aire en el traje.

Para descender, deshincharemos el traje accionando la válvula de salida. La evacuación de este aire interior del traje es más fácil bajo el agua que fuera de ella, por tener ahora la ayuda de una presión exterior superior a la atmosférica. Recordemos que facilitaremos esta maniobra elevando el brazo izquierdo (o donde se aloje la válvula) por encima del resto del traje.



Cuando alcancemos la cota deseada bajaremos el brazo a la posición normal y/o dejaremos de pulsar la válvula.

Para ascender, pulsaremos la válvula de pecho hasta comenzar a subir. Durante el ascenso estaremos pendientes de nuestra velocidad, regulándola con la válvula de vaciado cuando sea preciso.

Emergencias

Una utilización inadecuada del traje seco, o su mal funcionamiento, nos puede dejar en una situación comprometida. Entre los típicos problemas que se pueden presentar en buceo bajo hielo podemos mencionar los siguientes:

- Inundación del traje. Debido a un cierre incompleto de la cremallera, mal ajuste de manguitos o rotura del traje, es posible que entre agua al interior del traje. El propio buceador calibrará la gravedad de la situación, pero en general, lo más prudente es abortar la inmersión.
- Flujo continuo de la válvula de entrada. La reacción deberá ser lo más inmediata posible: desconectar el latiguillo de pecho.
- Vaciado de aire insuficiente, por mal funcionamiento de la válvula de salida. Elevar un brazo y abrir con los dedos de la otra mano el manguito del puño.
- El buceador adopta involuntariamente la posición vertical “cabeza abajo” y no es capaz de invertirla. Encoger el cuerpo, adoptando la postura fetal y vaciar el aire del traje.

No debemos olvidar

- 1. Equiparnos lejos del punto de entrada.**
- 2. Auxiliarnos del compañero cuando sea necesario.**
- 3. Vaciar completamente de aire el traje antes de sumergirnos.**
- 4. No respirar del regulador antes de estar en el agua.**
- 5. Fijar el cabo guía a la anilla de sujeción.**
- 6. SIEMPRE tomar rumbos antes de iniciar la inmersión.**
- 7. Controlar la flotabilidad utilizando adecuadamente el sistema de hinchado y vaciado del traje.**
- 8. Ante una emergencia, no perder la calma y aplicar la técnica correspondiente para resolver el problema.**

LA MOTOSIERRA, EL PICO Y LA PALA DE NIEVE

Vamos a conocer

- 1. Los elementos fundamentales para practicar orificios de entrada en el hielo.**
- 2. Las ventajas e inconvenientes de la utilización de cada uno de los sistemas.**
- 3. Los factores que condicionan la elección de uno u otro sistema.**

CORTES



Una parte fundamental en la planificación de una inmersión en hielo, es la elección de la forma y lugar por el que accederemos a la capa líquida. Si nuestra elección es a través del hielo, deberemos disponer de las herramientas necesarias en función de:

1º Espesor de la capa de hielo.

2º Espesor de la capa de nieve encima del hielo.

3º Condiciones climáticas presentes en el momento de realizar en agujero.

4º Efecto ecológico sobre el ecosistema del elemento de corte elegido.

5º Posibilidad de dejar el lugar lo más parecido posible a como lo encontramos.

Con estas cinco variables presentes podemos optar por el siguiente material:

Motosierras

Ventajas:

- El corte suele ser rápido.
- Menos cansado que los otros sistemas.
- En función de la longitud de la espada, podemos acometer espesores de hasta 25 a 30 cm.
- Al ser cortes muy limpios, después de la inmersión nos será más fácil volver a tapar el agujero con el mismo trozo que hemos cortado.



Inconvenientes:

- El ruido es de lo más desagradable en parajes como los que nos permitirán realizar este tipo de inmersiones.
- Es una herramienta muy pesada.
- Siempre deberemos contar en este caso, con otra herramienta alternativa, ya que las posibilidades de que no funcione son mayores que el pico o la sierra manual; puesto que puede perlarse la bujía, romperse la cadena, quedarnos sin combustible,...

Pico

Ventajas:

- La falta de precisión en la línea de corte, hace que éste sea bastante ancho, lo cual elimina en parte el "efecto de soldadura" que se produce en las zonas ya cortadas.

- Es una herramienta ligera.
- Es bastante silenciosa.
- El "efecto soldadura" consiste en la acción de volverse a unir los bordes del hielo cortados por efecto de la baja temperatura. Esto se produce habitualmente cuando se corta el hielo con un instrumento muy fino.

Inconvenientes:

- La vibración sobre la capa de hielo por los impactos, puede producir grietas que hagan insegura la zona de trabajo alrededor del agujero.
- El corte no suele ser limpio, produciéndose numerosos fragmentos que dificultan el cerrado final del agujero.

Sierra manual

Ventajas:

- Buena precisión en la línea de corte, con lo que será fácil volver a tapar el agujero.
- Es la herramienta de corte más ligera.
- Es la más silenciosa.

Inconvenientes:

- Al ser el canal de corte muy estrecho, es muy fácil que se produzca el "efecto soldadura".
- Necesitamos hacer un agujero inicial por donde introducir la sierra, por lo que dependemos de otra herramienta.
- Por la posición de trabajo, requiere mucho esfuerzo.

Pala de nieve

Esta no es una herramienta de corte, pero si que será un elemento imprescindible cuando encima de la capa de hielo, tengamos otra de nieve.

La pala de nieve la emplearemos principalmente para:

- Retirar la nieve acumulada encima de la zona donde vamos a realizar el agujero.
- Retirar la nieve de las zonas de seguridad y de estiba de material.
- Realizar un camino de acceso entre la nieve, siendo muy importante que sea lo suficientemente ancho y equipado con elementos de agarre, que nos puedan facilitar la posible puesta en marcha del Plan de Evacuación.
- Aunque no es imprescindible, la podríamos emplear para realizar líneas de la anchura de la pala y de forma radial desde el agujero hacia el exterior; ya que, la luz atraviesa con relativa facilidad la capa de hielo, no ocurriendo igual con la capa de nieve. Esto



hará que en un día claro y a unos pocos metros de profundidad, podamos ver las líneas que convergen en el agujero, añadiendo de esta forma un elemento de seguridad.



No debemos olvidar

- 1. Evaluar previamente las condiciones antes de seleccionar un método u otro.**
- 2. Elegir el método más adecuado a las condiciones del lugar.**

TEST DE AUTOCONTROL

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

¿Dónde debes equiparte?

- A.- En tierra firme _____
- B.- Una vez dentro del agua _____
- C.- Sentado junto al borde _____
- D.- Lejos del borde _____

Cuestión nº 2

¿Es conveniente en el hielo la utilización del traje seco para compensar la flotabilidad?

- A.- No _____
- B.- Si _____
- C.- Sólo si no se lleva chaleco compensador de flotabilidad _____
- D.- Sólo en inmersiones de corta duración _____

Cuestión nº 3

Se puede hacer una inmersión de reconocimiento sin cabo guía.

- A.- Sólo si ya se conoce el lugar
- B.- Sí, siempre que se vaya por parejas
- C.- Sólo si nos van siguiendo por superficie y buceamos a poca profundidad
- D.- Nunca

Cuestión nº 4

Si fueras a entrar por un agujero triangular deberías hacerlo por:

- A.- El centro de cualquiera de los lados
- B.- El centro del lado más corto
- C.- Cualquiera de los vértices
- D.- El vértice que se encuentre más cerca de la orilla

Cuestión nº 5

¿Qué valoraremos a la hora de elegir un traje seco?

- A.- Su ligereza
- B.- Su estanqueidad
- C.- El grosor
- D.- La existencia de dobles manguitos en muñecas y tobillos

Cuestión nº 6

¿Qué hay que hacer antes de comenzar la inmersión en buceo bajo hielo?

- A.- Trazar el rumbo
- B.- Sujetarse el cabo-guía a la anilla del jacket
- C.- Comprobar el regulador
- D.- A y B, pero no C

Cuestión nº 7

Uno de los problemas más serios buceando bajo hielo es:

- A.- Perder el rumbo
- B.- La inundación del traje
- C.- Que la válvula de hinchado del traje se dispare
- D.- Todo lo anterior

Cuestión nº 8

Antes de preparar el equipo para la inmersión, qué debemos hacer en primer lugar:

- A.- Comprobar el parte meteorológico
- B.- Montar un botiquín de campaña contra congelaciones
- C.- Comprobar el espesor del hielo
- D.- Estivar el material adecuadamente en la orilla

Cuestión nº 9

La utilización de motosierras es adecuada:

- A.- Sólo si la nieve es virgen _____
- B.- Cuando no hay nieve _____
- C.- Cuando sólo hay hielo sólido _____
- D.- Cuando el espesor de la capa de hielo es mayor de 25 cm. _____

Cuestión nº 10

La principal ventaja de usar pico y pala es que:

- A.- El agujero se puede hacer más grande _____
- B.- Se puede utilizar con mayores espesores de la capa de hielo _____
- C.- Evita el "efecto soldadura" _____
- D.- Impide que se fracture la capa de hielo _____

RESPUESTAS AL TEST DE AUTOCONTROL

- | | |
|-------|--------|
| 1.- D | 6.- ? |
| 2.- A | 7.- D |
| 3.- D | 8.- C |
| 4.- C | 9.- D |
| 5.- B | 10.- C |

AUTO-EVALUACIÓN

Seguidamente, se proporcionan las respuestas correctas al ejercicio de autocontrol para la auto-evaluación por parte del propio alumno. Para una correcta auto-evaluación la siguiente tabla nos indica los baremos de evaluación del Test de Autocontrol.

Nº de respuestas acertadas	Evaluación	
9-10	APTO	Óptimo
7-8		Bien
5-6	NO APTO	Debe mejorar
3-4		Repasar el tema
< 3		Volver a estudiar el tema completamente

Capítulo 3

Buceando bajo el hielo. Planificación y seguridad

En Buceo bajo Hielo la planificación resulta ser un punto esencial, mucho más importante que en cualquier tipo de inmersión que se haya realizado hasta ahora, por las dificultades añadidas que supone la práctica de esta actividad deportiva. Es fundamental que se sigan unas pautas de comportamiento bien definidas, además de respetar de manera muy estricta las normas de seguridad establecidas.

A lo largo de este capítulo veremos la forma en que se planifica y organiza de forma segura una inmersión bajo el hielo, cómo se delimitan las distintas zonas para evitar riesgos innecesarios a los buceadores y su equipo de apoyo, y qué características particulares presenta un Plan de Emergencia y Evacuación en Buceo bajo Hielo.

Todo lo que aquí se presenta va a tratar, ante todo, de garantizar tu seguridad y la de tus compañeros. Respeta, pues, las normas, planifica bien tu inmersión, y el Buceo bajo Hielo te resultará una experiencia inolvidable.

Vamos a conocer

- 1. Las diversas formas de aproximarnos a la zona de corte del hielo según el espesor del mismo.**
- 2. Los distintos tipos de agujeros que se pueden practicar.**
- 3. Como se fija un cabo guía y un clavo para hielo.**
- 4. Qué es una zona de estiba y una zona de seguridad.**

Comprobación de los espesores de hielo y profundidad

Una parte fundamental en la planificación de este tipo de inmersiones son las dos comprobaciones de espesor de hielo y profundidad de la capa líquida. Lógicamente, esto no podremos realizarlo con demasiada anticipación, puesto que:

- Una noche muy fría puede alterarnos los cálculos de espesores del día anterior.
- La aproximación al ibón puede ser tan complicada, que solo permita la comprobación de espesores y profundidades momentos antes de realizar la inmersión. **IMPORTANTE:** *Una inmersión en un ibón que no permita realizar una adaptación al lugar, con por lo menos 24 horas de anticipación, deberá considerarse como de alta dificultad, quedando reservadas a buceadores de alta cualificación.*

Los espesores de hielo nos darán información sobre:

- Posibilidad de fractura del hielo al realizar el agujero o por un exceso de estiba de material.
- Posibilidad de realizar el agujero con los medios de que disponemos.

Existen distintas formas de comprobar el espesor del hielo. De entre ellas, indicaremos únicamente las más adecuadas para un buceador cualquiera con medios limitados y conocimientos básicos.

Uno de los métodos más sencillos es perforar un agujero de pequeñas dimensiones con una barra puntiaguda hasta alcanzar la superficie del agua.

Otro de los métodos consiste en comprobar la tonalidad del hielo; en función de la coloración se puede estimar el grosor de la capa. Cuanto más azulado, más fina la capa.

Por último, podemos comprobar el espesor mediante la transparencia del hielo. Si es muy transparente es que la capa es muy delgada, si es muy opaco la capa es gruesa.

Para espesores de hasta 5 cm. de hielo

- Será totalmente desaconsejable el andar sobre este tipo de hielo, en caso necesario nos desplazaremos deslizándonos tumbados sobre el hielo.
- Con una capa de hielo tan fina, lo normal es que las orillas estén desheladas, por lo que intentaremos acceder por una zona de la orilla que tenga una profundidad, antes de estar debajo del hielo, de por lo menos 1 metro y medio. Si intentamos meternos debajo del hielo con una profundidad menor corremos el riesgo de arrastrar el equipo por el fondo, con lo que además de enturbiar el agua, podemos dañar el equipo; y además, la activación del Plan de emergencia será extremadamente dificultosa.

Para espesores de unos 10 cm. de hielo

- Con este espesor será importante saber la temperatura exterior, ya que en condiciones bajo cero, podría ser un espesor suficiente; pero con un día de sol y temperaturas sobre cero, esta capa se volvería frágil y podría producir grietas.
- En todo caso, deberemos ampliar la zona de seguridad y de estiba de material al máximo. Ver punto 5 de este capítulo.

Para espesores superiores a 20 cm. de hielo

Estas serían las condiciones ideales de espesor de hielo, puesto que la realización del agujero sigue siendo bastante asequible, y la capa de hielo puede soportar el peso de nuestro material.

Perforación del hielo. Confección de diferentes tipos de agujeros

Básicamente, son dos los tipos de agujero que más fácilmente cubrirán todas las necesidades de facilidad de acceso, seguridad contra la formación de grietas y activación del Plan de Emergencia. La diferencia entre los dos estriba casi exclusivamente, en su forma: siendo triangular o rectangular.

El agujero de forma triangular, ofrece como ventaja tres puntos de entrada al agua, que corresponderán con cada uno de sus vértices. No accederemos por los lados, puesto que el acceso por los vértices nos permite apoyar las manos en dos lados. El triángulo debería tener de 2 a 3 metros de lado.

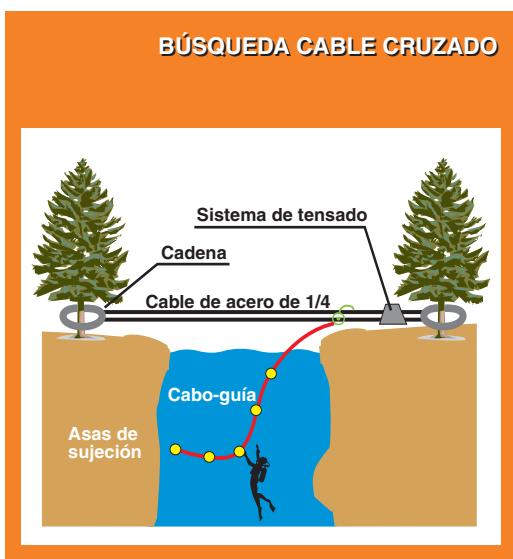
El agujero rectangular, ofrece solamente dos zonas de fácil acceso que son los lados cortos del rectángulo. En este caso, sí que accederemos por los lados y no por los vértices; ya que la principal ventaja de este otro sistema es él poder apoyar las dos manos en dos lados paralelos. El rectángulo debería tener de 2 a 3 metros de largo por 1 de ancho.

A la pregunta lógica de porqué no hacerlo de forma cuadrada, la res-

puesta es que tiene los inconvenientes de los dos sistemas anteriores, en lo que respecta a la forma de acceso; puesto que, de acceder por los lados, no podrían apoyar las manos y de acceder por los vértices, éstas estarían muy separadas.



Sistemas de fijación de clavos de hielo y de cabos guía



Siempre que sea posible, fijaremos los cabos guía y los pasamanos a una zona estable como un árbol, pero en caso de no ser posible o para añadir otro punto de anclaje, utilizaremos clavos de hielo.

Los clavos deberán colocarse en la zona de estiba de material, debiendo instalarlos por seguridad dos clavos separados unos 3 metros y actuando de forma solidaria en la sujeción del cabo guía. Según vimos en capítulos anteriores los cabos guía deberán ser dos, uno para el grupo que realiza la inmersión y otro para el equipo de apoyo, que será el empleado en caso de tener que realizar una búsqueda de buceadores.

También será conveniente, y más si el hielo tiene poco espesor, de un cabo pasamanos desde la orilla y siguiendo el recorrido marcado para una posible evacuación.

Zona de estiba y zona de seguridad

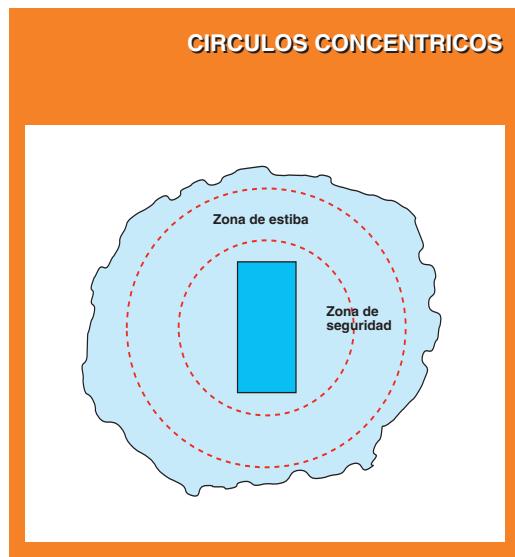
Con el agujero como centro, realizaremos dos círculos concéntricos. Dentro del primer círculo fijaremos la zona de seguridad y la corona entre los dos círculos marcará la zona de estiba de material.

Zona de seguridad

- Es la zona en la que se ha realizado el agujero y por lo tanto la más susceptible de producirse grietas.
- Nuestro peor enemigo en la zona de seguridad, es el exceso de peso que pudiera quebrar la capa de hielo.
- Es un espacio al que solo puede acceder el grupo de inmersión y el jefe de superficie.
- No deberá dejarse ningún material dentro de esta zona, salvo el imprescindible para la inmersión y solo el tiempo necesario para equiparse el grupo de inmersión.
- Dependiendo del grosor del hielo y de la temperatura ambiente, deberá ampliarse ésta zona, desde los tres metros de radio para espesores de más de 20 cm. y con temperaturas bajo cero, a los 6 metros de radio para espesores de unos 10 centímetros, siendo la lógica del responsable del grupo la que decida ampliar esta zona, si las condiciones así lo aconsejan.

Zona de estiba de material

- Como su nombre indica es el espacio donde deberemos dejar el material a la espera de ser utilizado.
- El material se dejará lo más separado posible, dentro de la zona, buscando siempre el no sobrecargar una zona de hielo.
- Los clavos de hielo se instalarán en esta zona, que será el lugar donde estarán anclados los cabos.
- Será el lugar donde el grupo de apoyo estará equipado y a la espera.
- Bastará con que la zona de estiba tenga unos 3 metros más que la zona de seguridad en condiciones de hielo de unos 20 cm., debiendo ampliarse cuando empeoren las condiciones.
- En caso de una capa de hielo inferior a 10 cm., se eliminará esta zona, debiéndose portear el material desde la orilla antes de cada inmersión.



No debemos olvidar

1. Comprobar el espesor del hielo antes de comenzar a desplazarnos sobre él.
2. Seleccionar el tipo de agujero, triangular o rectangular, en función del tamaño del mismo y de las condiciones del hielo.

PLANIFICACIÓN DE LA INMERSIÓN

Vamos a conocer

1. Cómo se programa una inmersión bajo hielo.
2. Cuáles son las tareas que hay que llevar a cabo y quien es el responsable.
3. Cómo debe situarse el personal de superficie para controlar la inmersión.
4. La importancia de fijar rumbos antes de sumergirse y el uso del cabo guía.
5. Cuáles son las señales en buceo bajo hielo.
6. Qué situaciones de emergencia pueden darse y como resolverlas.

Asignación de grupos. El grupo de apoyo. Jefe de grupo. Responsable de superficie

El responsable de la inmersión, además de la asignación de tareas previa a la inmersión, ajustará el personal de forma que además del grupo de inmersión, siempre haya una pareja de seguridad completamente equipada; y un grupo de personas de apoyo en superficie que tendrán como misión ocuparse del material y de ayudar a equiparse y desequiparse.

Asimismo, cada grupo de inmersión tendrá un jefe de grupo y además habrá un jefe de superficie que será el encargado de velar por todos los elementos necesarios para que la inmersión y los trabajos en superficie sean seguros. Entre sus misiones, una fundamental por las condiciones de hielo que encontraremos normalmente en España, será el control de los pesos que se colocan sobre el hielo, teniendo que supervisar la distribución del material en las zonas de estiba y controlar el acceso del personal al círculo de seguridad.

Los cabos guía en superficie podrán estar controlados por la pareja de

seguridad en caso de estar en el círculo de seguridad, o por una pareja del grupo de apoyo; en cuyo caso, ésta pareja podrá acceder al círculo de seguridad, manteniéndose en la zona de estiba la pareja de seguridad.

Asignación de tareas

En inmersiones de cierta dificultad como son las de hielo, es imprescindible el trabajo en equipo, la aceptación de la figura del responsable y la distribución de tareas y responsabilidades.

El responsable de la inmersión deberá tener un listado del material necesario y de los chequeos previos a la inmersión. Dividiendo la responsabilidad del material entre los diferentes miembros del grupo.

Una posible división sería:

- Responsable de material para marcaje de zonas y realización de agujero.
- Responsable de instalación de cabos guía y pasamanos.
- Responsable de estiba de material.
- Responsable de utilaje y material.
- Responsable de chequeos previos a la inmersión.
- Responsable de la creación y puesta en marcha del *Plan de Emergencia y Evacuación*.

Lógicamente, el listado de responsabilidades puede ampliarse o reducirse dependiendo del numero de miembros de la expedición.

Posición de los grupos en superficie y bajo el agua. Manejo del material

El grupo de inmersión estará equipándose en la zona de estiba con la ayuda del grupo de apoyo.

Es imprescindible recordar que los reguladores no deberán probarse en superficie en caso de que la temperatura ambiente sea inferior a 1 grado, puesto que hay más posibilidades de que se congele en su interior la humedad del aire que cuando está sumergido en el agua. El aire puede estar a una temperatura bajo cero, pero el agua siempre estará sobre cero.

Previo permiso del jefe de superficie, el grupo de inmersión accederá al círculo de seguridad y se sentará en los vértices de los triángulos o en los lados cortos del rectángulo, según el tipo de agujero realizado.

La distribución de buceadores será formando parejas; en caso de bucear simultáneamente dos parejas, lo harán con el mismo cabo guía y navegando una pareja detrás de la otra. El jefe de grupo se atará el extremo del cabo guía o del carrete a la altura del pecho y en un lugar fácilmente accesible con las manos. Cabe destacar que a diferencia del espeleobuceo, en el buceo en hielo, el carrete o el grueso del cabo guía estará en superficie; debiendo el jefe de grupo, limitarse a llevar contacto manual con el cabo,

de forma que pueda recibir y transmitir mensajes, según el código que se verá.

El compañero del jefe de grupo llevarán un cordino de aproximadamente 1,5 metros atado a la altura del pecho y con el otro extremo pasado por el cabo guía con un mosquetón. Esto es debido a que solo un miembro de la inmersión debe ser el encargado de recibir y transmitir mensajes, aunque cualquier buceador debe conocer a la perfección el código de señales; de ésta forma, se evita que se produzcan tirones involuntarios por parte de alguno de los buceadores.

La otra pareja, si la hubiera, se ataría de la misma forma que el compañero de jefe de grupo, y buceando siempre detrás; salvo en el momento en que se dé por finalizada la inmersión y comience el regreso, realizándose en el orden inverso a la ida, o lo que es lo mismo, con el jefe de inmersión en último lugar.

Será responsabilidad de la persona que maneja el cabo guía en superficie, el transmitir señales, recibir señales y recuperar y largar cabo de forma que esté siempre lo suficientemente tenso como para percibir y transmitir señales con un leve tirón.

PROGRAMACIÓN DE LA INMERSIÓN

Fijación de rumbos

Previamente a la inmersión, el jefe de inmersión informará al responsable del cabo guía del rumbo que van a seguir, lo cual será contrastado con las brújulas de los grupos de inmersión y de superficie. Dicho rumbo sólo se debería alterar en un máximo de 10 grados durante la inmersión, ya que en caso de emergencia, sería éste el rumbo primario de búsqueda.

Una información más completa sobre el trazado de rumbos y manejo de la brújula se puede encontrar en el Manual de la Especialidad de Navegación Subacuática.

Código de señales

Nº de tirones	Buceador en inmersión	Buceador de superficie
Un tirón	OK	¿OK?
Dos tirones	Larga cabo, dame más cuerda	¿Te doy más cuerda?
Tres tirones	Recoge despacio	
Muchos tirones	Recogedme rápidamente, emergencia	No hay más cabo

Tiempo de paso. Tiempo de inmersión

Durante la inmersión, no es conveniente abusar del paso de señales, pero si que será imprescindible que las dos personas que manejan los extremos del cabo, tengan la sensación de estar comunicados, por lo que se establecerá unos tiempos de paso de señales; que en caso de no tener nada que transmitirse, será un simple OK con el correspondiente OK de respuesta. También se fijará entre ellos, pero con el conocimiento de todo el grupo, el tiempo de inmersión y la hora de comienzo del regreso. Esto es de gran importancia, puesto que las condiciones de temperatura no permiten demorar una búsqueda en caso de emergencia, aunque el cálculo de consumo de aire nos permitiese un mayor margen de seguridad.

El buceo con cabo guía

El CABO GUIA podrá ser de 2 tipos, teniendo cada uno sus propias especificaciones y limitaciones que debemos conocer y dominar:

- 1.- Cabo de 11 mm, flotante, longitud 30 metros bajo el agua, más sobrante para amarrar.
- 2.- Carrete de cordino (tipo espeleobuceo) con bloqueo y gatillo.

Cabo de 11mm.

Debe ser el utilizado por los buceadores con poca experiencia en hielo, así como por el equipo de búsqueda y rescate, ya que:

- Reduce el trabajo a realizar por los buceadores, puesto que el grueso de la cuerda está en el exterior, siendo suministrada y recuperada por el equipo de superficie.
- Facilita la percepción de las señales al tener un diámetro que se percibe muy bien en la mano, aún con guantes gruesos.
- Facilita la realización de las maniobras de rescate al ser posible tirar desde el exterior con firmeza.

Con el cabo guía actuaremos de la siguiente manera:

- Extremo de superficie: as de guía - nudo simple (ocho) - nudo americano.
- Extremo de buceador: gaza y mosquetón. Sin nudos
- Extremo de buceador: mosquetón a anilla de jacket
- Mosquetón: preferible doble sin seguro con aberturas opuestas
- Unión entre buceadores: el 2º buceador se une al cabo guía con un cordón (gaza y mosquetón)
- Siempre estaremos unidos al cabo guía de forma que nos permita manos libres (teniendo en cuenta que siempre navegaremos con una mano en el cabo para percibir señales y limitar el sufrimiento del material).
- Antes de atar, extender en gazas grandes sobre el suelo la cuerda, para evitar trabas posteriores
- Instructor de superficie es el responsable de “disciplina” de cuerda.

Carrete de cordino

Será el utilizado por los buceadores de hielo con experiencia, ya que:

- Su reducido volumen, permite inmersiones a mayor longitud.
- El carrete lo llevará el jefe de grupo dentro del agua, por lo que será desplegado y recuperado desde el agua, evitando de esta forma él tener que arrastrar el cabo. En definitiva con el carrete se prima la comodidad sobre la seguridad, ya que en caso de tener que arrastrar al buceador desde el exterior con el cordino es más complicado que con un cabo de 11 mm. Y además, los buceadores de apoyo del exterior tienen menos referencias sobre la posible posición del grupo en inmersión.

Intercambio de señales en inmersión Uso del cabo guía.

- Siempre manos libres para los buceadores.
- Si son tres buceadores, las uniones al cabo guía serán individuales. No engancharse a otro buceador.
- El buceador con cabo guía percibirá tirones de éste, procedentes del exterior. Deberá absorber el impacto de éstos sobre su equipo sujetando con firmeza el cabo con la mano.
- El cabo guía y el brazo transmisor/receptor de las señales, deberán quedar en el exterior del cuerpo.
- Evitar girar la posición del buceador con respecto a la orientación del cabo guía, no “montarse” sobre él.
- El instructor de superficie transmite una señal y el buceador deberá repetirla, para que aquél sepa que se ha entendido. Y viceversa.
- Las señales convenidas son(ver cuadro en página 38):

La misión del responsable durante la inmersión

- Misión doble: mantener comunicación con buceadores y poner en marcha las posibles acciones de rescate.
- Interrogará con frecuencia por el estado de los buceadores, al menos 1 vez / minuto
- Mantendrá tenso el cabo. Para ello, siempre estará recogiendo el cabo “sobrante”. Pero muy lentamente, para evitar arrastrar al buceador.
- Repetirá las señales recibidas del buceador.
- Además hará observar la disciplina de tránsito en las proximidades al agujero (círculo de seguridad de 15 metros, por norma general, debiendo valorarse el grosor del hielo a la hora de marcar el CIRCULO DE SEGURIDAD.)
- Será el único que manejará el cabo (a menos que requiera la ayuda de

otro) y evitará que se enrede con ningún objeto ni que se produzcan nudos o gazas indexadas.

- Al recoger cabo, lo irá haciendo ordenadamente.
- Si es posible, depositar la madeja de cabo sobre una manta, para evitar el contacto directo con el hielo.

Situaciones de emergencia

Una de las partes más delicadas del aprendizaje del buceo bajo hielo es sin duda la de resolución de posibles emergencias; que nadie desea pero que debemos estar preparados para su resolución. Seguidamente, analizaremos los problemas más frecuentes que se dan en buceo bajo hielo y que requieren una respuesta inmediata. Este tipo de situaciones deberá ser convenientemente entrenado durante el desarrollo del curso para estar preparados en caso que sucediera alguno de los casos que se indican a continuación.

Pérdida de contacto con el grupo. Rescate.

Esta situación se puede producir por dos motivos:

- 1º El cabo guía continua tenso pero no se recibe respuesta a ninguna de las señales.
- 2º El responsable del cabo guía en superficie, recupera todo el cabo guía sin que aparezcan los buceadores.

En el primer caso puede ocurrir que se haya enganchado el cabo. Si esto ocurre el grupo de inmersión no podrá seguir progresando ya que reclamará más cabo y no obtendrá respuesta, en cuyo caso comenzarán el regreso y por lo tanto localizarán el enganche, comenzando entonces la transmisión de señales.

El responsable de superficie, mientras tanto, ya habrá sido alertado de la falta de comunicación, y a su vez mandará colocarse en el borde del agujero a la pareja de buceadores de seguridad. Si la falta de comunicación persistiese por más de 3 minutos, se comenzará el rastreo de localización siguiendo el primer cabo, pero asegurados por un cabo propio que tendrá más longitud que el cabo del grupo perdido.

En el segundo caso, el buceador responsable del cabo, no notará tensión en el cabo y al intentar transmitir señales notará que éste no está conectado con superficie. En este momento, reagrupará a los buceadores ascendiendo al techo de hielo y permaneciendo quietos en posición vertical. La brújula dará información del rumbo aproximado de regreso al agujero, pero no deberán moverse, puesto que al no tener cabo guía la situación puede complicarse; por lo que se limitarán a esperar a la pareja de búsqueda.

El responsable de superficie, alertará a la pareja de seguridad para que comiencen la búsqueda haciendo arcos de 45 grados tomando como referencia, el rumbo que sabemos había llevado el grupo de inmersión.

En caso de que la búsqueda sea infructuosa, el grupo de inmersión en

ningún caso intentará realizar un agujero nuevo, puesto que esta labor resultaría prácticamente imposible de realizar desde el agua. En este caso la búsqueda se realizaría, al alcanzar la totalidad de extensión del cabo, mediante círculos completos que irían reduciéndose en diámetro cada vez que pasaran por el rumbo de búsqueda; de esta forma acabaríamos realizando una espiral con final en el agujero.

- Inicio: los buceadores no responden a las señales del responsable de cabo guía, cabo suelto.
- Los buceadores de seguridad tendrán marcado en sus brújulas el rumbo de los buceadores perdidos
- Buceadores de seguridad al agua, con cabo guía propio y responsable de éste.
- Dos buceadores responsables de cabo guía fuera del agua
- Los buceadores de seguridad siguen el rumbo fijado, no el cabo de los buceadores perdidos
- Si no se encuentran en el extremo de la cuerda del grupo de rescate, iniciar búsqueda circular.
- Grupo de superficie: recuperar primero a los rescatados

Buceador accidentado. Rescate.

- Inicio: lo solicita el grupo de buceadores
- Dependiendo de la gravedad del accidente, el buceador que solicita la ayuda lo hará con 3 tirones de cabo, si el accidente requiere ser manejado con cuidado, puesto que en el exterior detectarán que solicitamos que recuperen cuerda. En caso de necesitar rapidez de evacuación, se realizarán 4 o más tirones, debiendo en este momento afianzarse al cabo, ya que en el exterior se habrá iniciado el plan de rescate.
- Una vez estén los buceadores en el agujero, deberá esperarse las indicaciones del buceador que ha socorrido al accidentado (a no ser que sea evidente el tipo de percance), de forma que conozcamos el tipo de accidente, puesto que no todos los accidentes o incidentes requieren una rápida evacuación, sino que al contrario, puede ser que este se resuelva con la respiración tranquila de unas bocanadas de aire libre.
- A partir de este momento, cualquier miembro del equipo debe conocer y ser capaz de aplicar el PLAN DE EVACUACION.

Socorro a un compañero

Cuando observemos que a nuestro compañero o a un miembro de nuestro grupo le sucede algo, lo primero que faremos será comunicárselo al jefe del grupo de inmersión si no podemos solucionarlo nosotros de forma rápida. En caso de que sea el jefe de grupo el accidentado, asumiremos nosotros sus funciones.

Si el problema no puede ser solucionado en inmersión, el jefe de grupo

sujetará delante de él al accidentado *debiendo tener en cuenta las prioridades del incidente o accidente y que deberíamos conocer de los cursos de buceador una y dos estrellas.*

Una vez sujeto el buceador a socorrer, pasaremos comunicación por el cabo a superficie de la señal de "emergencia". En este momento se habrá activado el PLAN DE EMERGENCIA; y simultáneamente el responsable del cabo en superficie, comenzará a recuperar cabo con tensión firme y continua, pero nunca de forma brusca, puesto que al desconocer el tipo de emergencia, deberá suponer el peor de los casos.

No debemos olvidar

- 1. La importancia de programar una inmersión bajo hielo en todos sus aspectos (material, personal de apoyo).**
- 2. La necesidad de contar con un equipo de superficie y un responsable de dicho equipo.**
- 3. Engancharnos a un cabo guía y utilizarlo como conexión con superficie.**
- 4. Trazar el rumbo establecido antes de sumergirse y seguirlo a la ida y a la vuelta (con giro de 180º).**
- 5. Repasar las señales antes de sumergirse.**
- 6. Comunicarse periódicamente con el compañero mediante el intercambio de señales.**
- 7. Prevenir los posibles incidentes y actuar con rapidez en caso que ocurran aplicando los métodos establecidos.**

PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN

Si en algún momento, en superficie se percibiera una tensión superior a la lógica del arrastre de un máximo de dos buceadores, sería enviada la pareja de seguridad al encuentro del grupo.

Una vez con el socorrido en el agujero y en el agua, y antes de sacarlo, el que lo transportaba nos informará del tipo de emergencia, actuando el personal de superficie en consecuencia.

A partir de este momento el desarrollo del Plan de Evacuación se realizará con los estándares de cualquier inmersión.

Se puede consultar un ejemplo de Plan de Emergencia y Evacuación en el Anexo de este Manual.

TEST DE AUTOCONTROL

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

Si eres un buceador bajo hielo con poca experiencia y el espesor del hielo no puede ser determinado hasta el mismo día de la inmersión, deberás:

- A.- Buscar a un instructor para que te acompañe
- B.- Esperar a que el hielo se compacte
- C.- Suspender la inmersión
- D.- Buscar a un experto que pueda determinar el espesor con exactitud

Cuestión nº 2

El espesor del hielo se mide para:

- A.- Comprobar la temperatura del agua
- B.- Verificar si hay riesgo de fractura
- C.- Comprobando la transparencia del mismo
- D.- Todas las anteriores

Cuestión nº 3

¿Cuándo es posible sumergirse a partir de la orilla en un lago helado?:

- A.- Cuando el hielo tenga un espesor inferior a 1 cm.
- B.- Cuando el hielo tenga un espesor inferior a 3 cm.
- C.- Cuando el hielo tenga un espesor inferior a 5 cm.
- D.- Cuando el hielo tenga un espesor inferior a 10 cm.

Cuestión nº 4

La forma ideal del agujero es:

- A.- Rectangular
- B.- Triangular
- C.- Cualquiera de las dos anteriores
- D.- Las dos primeras y además la circular

Cuestión nº 5

Los clavos deben colocarse separados entre sí una distancia de ... y en la zona de ...

- A.- 5 metros/seguridad
- B.- 3 metros/estiba
- C.- 5 metros/estiba
- D.- 3 metros/seguridad

Cuestión nº 6

¿Quién puede estar en la zona de seguridad que no sea de los buceadores?

- A.- El jefe de grupo
- B.- El jefe de superficie
- C.- El jefe de seguridad
- D.- A y B, pero no C

Cuestión nº 7

Si estando en superficie notas 1 tirón del cabo guía, significa:

- A.- Que todo marcha bien
- B.- Que debo soltar más cabo
- C.- Que debo empezar a recoger el cabo
- D.- Que hay alguien en apuros y debo activar el Plan de Emergencia

Cuestión nº 8

El cabo guía deberá tener una longitud mínima de:

- A.- 15 metros
- B.- 30 metros
- C.- 45 metros
- D.- 60 metros

Cuestión nº 9

Si cuando tiras del cabo no recibes respuesta:

- A.- Deberás activar el Plan de Emergencia
- B.- Deberás esperar a recibir la señal de OK o la de emergencia
- C.- Pararás y empezarás a regresar para ver donde se ha enganchado el cabo
- D.- Tirarás con fuerza para lograr soltar el cabo de donde se haya enganchado

Cuestión nº 10

Si uno de los buceadores aparece en el agujero con su compañero accidentado:

- A.- Deberás inmediatamente tirar del accidentado para sacarlo cuanto antes del agua
- B.- Deberás fijar un cabo al buceador accidentado, alejarte del agujero y tirar de él desde una distancia prudencial para evitar que el hielo se fracture
- C.- Esperar a las indicaciones del buceador no accidentado
- D.- Deberás indicar a alguien que entre al agua con su traje puesto y ayudar a sacar al accidentado desde el agua y desde superficie

RESPUESTAS AL TEST DE AUTOCONTROL

- | | |
|-------|--------|
| 1.- C | 6.- B |
| 2.- B | 7.- A |
| 3.- C | 8.- B |
| 4.- C | 9.- C |
| 5.- B | 10.- C |

AUTO-EVALUACIÓN

Seguidamente, se proporcionan las respuestas correctas al ejercicio de autocontrol para la auto-evaluación por parte del propio alumno. Para una correcta auto-evaluación la siguiente tabla nos indica los baremos de evaluación del Test de Autocontrol.

Nº de respuestas acertadas	Evaluación	
9-10	APTO	Óptimo
7-8		Bien
5-6	NO APTO	Debe mejorar
3-4		Repasar el tema
< 3		Volver a estudiar el tema completamente

Capítulo 4

Efectos fisiológicos y psicológicos del buceo en aguas frías

En este capítulo se van a explicar los principales factores que pueden originar problemas de mayor o menor seriedad a un buceador que realiza inmersiones bajo el hielo, no solamente desde un punto de vista físico o fisiológico, sino también los aspectos psíquicos y emocionales.

Igualmente, y como complemento de lo visto en el capítulo anterior, repasaremos las normas de seguridad, centrándonos en este caso en las particularidades que presenta el Buceo bajo Hielo.

Por último, se analizarán los principales tipos de accidentes que pueden sobrevenir, la forma de prevenirllos y cómo será necesario actuar en caso que sucedan para preservar la seguridad del buceador accidentado, ante todo.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL FRÍO SOBRE EL ORGANISMO

Vamos a conocer

1. Los mecanismos por los que el cuerpo pierde calor.
2. Las consecuencias de la pérdida de calor intensa.
3. Los mecanismos de defensa del cuerpo contra la pérdida de calor.
4. Cuál es la relación entre la cantidad de calor que se pierde en contacto con el aire y estando sumergidos.
5. Qué es y cuándo se produce la hipotermia.
6. Los distintos grados de hipotermia.
7. Las consecuencias de una hipotermia leve, moderada y grave.
8. Cómo se puede prevenir la hipotermia.

El hombre es un ser homeotermo, de sangre caliente, lo que significa que nuestro cuerpo, para mantenerse en buenas condiciones de salud, debe mantener una temperatura corporal en el interior (que llamaremos a partir de ahora temperatura corporal central o TCC) constante de 37.6 ° C, aproximadamente. Como es lógico, la temperatura del ambiente en que nos encontramos, afecta a nuestro cuerpo y si no dispusiésemos de una serie de mecanismos termorreguladores que mantienen constante nuestra TCC, en situaciones de calor o frío intenso, moriríamos por la variación de nuestra TCC. Dado que en este momento estamos tratando de buceo bajo el hielo, lo que nos interesa es la forma en que el frío afecta a nuestro organismo, y la forma en que éste pone en marcha una serie de mecanismos encaminados a que nuestra temperatura corporal central no descienda por debajo de esos 37.6 ° C. Cuando estos mecanismos de termorregulación no son capaces de mantener nuestra temperatura, ésta comienza a descender y cuando

llega a los 35° C, se inicia el cuadro de hipotermia.

PROCESO DE COLAPSO CARDIORESPIRATORIO



Para el hombre desnudo e inmóvil, un ambiente térmicamente neutral, en el que no existe pérdida ni ganancia de calor, en el aire sin movimiento es la temperatura de 18° C. Si a ese mismo hombre lo introducimos en el agua, para que no exista pérdida de calor, el agua deberá estar a

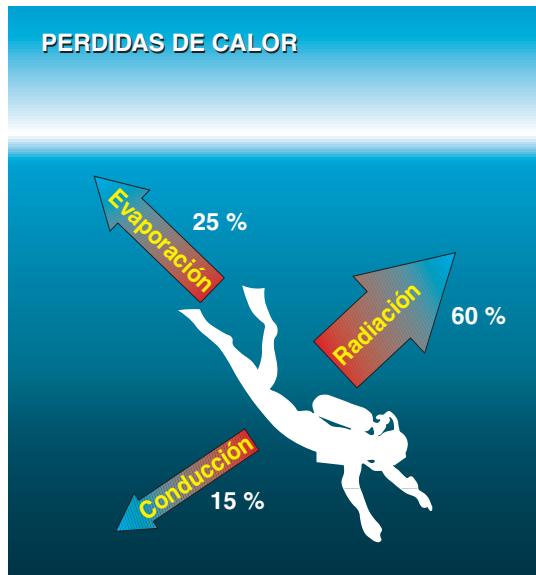
33º C y no existir movimientos en el agua.

Si vamos a bucear bajo el hielo, una cosa está clara. El agua no la vamos a encontrar nunca a 33º C ni de lejos, sino que va a estar mucho más fría (alrededor de los 0º C). Esto implica que, aunque nos equipemos con un traje seco, el ambiente no va a ser térmicamente neutral y vamos a transferir calorías desde nuestro cuerpo al medio ambiente.

Para compensar esta pérdida de calor, nuestro cuerpo pone en funcionamiento una serie de mecanismos de producción de calor, como son la actividad muscular y la liberación de una serie de hormonas que actúan sobre el metabolismo de las células de nuestro organismo produciendo calor, y otros mecanismos que se destinan a que esas pérdidas de calor se produzcan de forma más lenta, ahorrando así calorías. Estos mecanismos los describiremos más adelante.

Las pérdidas de calor por parte de nuestro cuerpo se producen por tres vías distintas: la radiación, la evaporación y la conducción. La cantidad de calor perdida por cada una de estas vías dependerá de las condiciones atmosféricas en que nos encontremos y del medio ambiente que nos rodee (aire o agua).

En forma general, podemos decir que una persona en reposo, pierde un 60 % de las calorías por la vía de la radiación, en forma de rayos infrarrojos; un 25 % por la vía de la evaporación (desde la piel, aunque no se aprecie sudoración, y desde los pulmones) y un 15 % por la vía de la conducción (12 % por conducción al aire y 3 % por conducción a los objetos en contacto con la piel). Si nos encontramos en contacto con el agua, el porcentaje de pérdida de calor por conducción será mucho mayor, ya que como sabemos, el agua conduce el calor unas 24 veces mejor que el aire.



Pérdida de calor en el aire y en el agua

Influencia sobre el buceador fuera del agua

Cuando el aire o el agua que nos rodea no se encuentran en reposo, sino que están en movimiento, viento o corrientes, la pérdida de calor, además de por conducción, evaporación y radiación, se produce también por convección, ya que debemos calentar el aire en contacto con nuestra piel, que se está renovando constantemente. El efecto de enfriamiento del viento es aproximadamente proporcional a la raíz cuadrada de su velocidad, cuando ésta es baja. Sin embargo, cuando la velocidad del viento pasa de

unos cuantos kilómetros por hora, ya no se produce un aumento considerable en la velocidad de enfriamiento, una vez que la temperatura de la piel es la misma que la del aire. A partir de ese momento, la velocidad de enfriamiento por convección depende de la velocidad en que puede pasar el calor desde el centro del cuerpo hasta la piel.

Influencia sobre el buceador en inmersión

Ya hemos comentado que la conductividad del calor a través del agua es unas 24 veces superior a la del aire, por lo que el enfriamiento es mucho más rápido en el agua que en el aire, para una misma temperatura. Cuando el agua es extraordinariamente fría, como en el caso del buceo bajo hielo, la pérdida de calor por convección es muy rápida, hasta que la piel alcanza la temperatura del agua. A partir de ese momento, la velocidad de pérdida de calor por convección en el agua, dependerá de la velocidad con que se puedan transferir las calorías desde el centro del cuerpo hasta la piel, al igual que ocurre con los vientos rápidos.

Sistemas de defensa contra el frío

Debido a la pérdida de calorías, nuestro cuerpo se va enfriando, y cuando la temperatura en una parte de nuestro cerebro (la zona preóptica del hipotálamo) se enfriá por debajo de los 37°C, esta zona manda una serie de órdenes nerviosas, que producen la liberación de una serie de hormonas y de efectos nerviosos directos que ponen en marcha unos mecanismos encaminados a conservar el calor del cuerpo y otros para aumentar la producción de calor por el propio cuerpo.

a) Mecanismos para conservar el calor.

- Vasoconstricción de la piel: con ella se disminuye la conducción del calor corporal interno a la piel y al aire o agua.
- Erección de los pelos: poco importante en los seres humanos, pero efectivo en otros mamíferos, para disminuir las pérdidas de calor por convección, al quedar el aire caliente atrapado entre el pelo.
- Supresión del sudor: reduce las pérdidas por evaporación al máximo, excepto las pérdidas insensibles.

b) Mecanismos de producción de calor.

- Escalofríos: durante el escalofrío máximo, la producción de calor puede aumentar hasta 5 veces la normal.
- Estimulación adrenérgica de la producción de calor: por liberación de adrenalina, que estimula el metabolismo celular.
- Estimulación tiroidea: se produce un incremento en la liberación de tiroxina, que aumenta el metabolismo celular en todo el cuerpo. Esta estimulación tiroidea no es una respuesta inmediata a una exposición puntual al frío, sino que se produce en situaciones de exposiciones prolongadas (durante meses) a situaciones de frío intenso.

Hipotermia. Sus grados

Cuando los mecanismos fisiopatológicos puestos en marcha para ahorrar y producir más calor no son suficientes para mantener nuestra temperatura, ésta comienza a descender y se inicia el cuadro de la hipotermia. Es importante destacar que la temperatura que define este cuadro es la central (TCC) y no la que presenta nuestra piel, ya que como hemos visto previamente, nuestra piel va a estar fría, precisamente como un mecanismo para ahorrar calor y evitar pérdidas por conducción.

Para determinar la TCC, la forma más habitual es mediante un termómetro rectal, introducido hasta la parte alta de la ampolla rectal. Los termómetros para diagnosticar la hipotermia son especiales, ya que los termómetros clínicos habituales no registran temperaturas inferiores a los 35°C. Otra forma de determinar nuestra TCC, más precisa, pero menos accesible fuera de un hospital, es mediante la colocación de un transductor intraesofágico.

Cuando la TCC cae por debajo de los 35°C, entramos en hipotermia, la cual presenta una amplia gama de síntomas; desde la aparición de temblores esporádicos hasta la muerte. Por ello, a la hipotermia se le divide en distintos grados de intensidad. A nosotros nos interesa sobre todo el reconocer la hipotermia en su inicio, para dar por finalizada la inmersión y tomar las medidas necesarias para corregirla. Tenemos que tener en cuenta que la hipotermia es el cuadro que con más facilidad va a poder presentarse en la práctica del buceo bajo hielo.

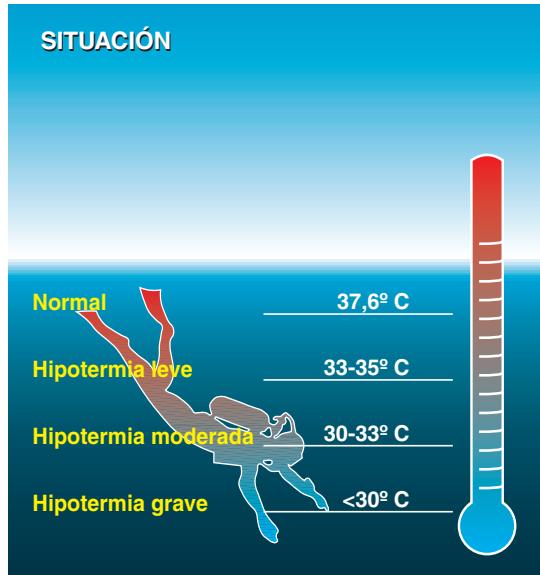
Recordando que hemos definido la hipotermia como el descenso de nuestra TCC por debajo de los 35°C, como es lógico, la afectación no será la misma si nuestra TCC es de 34.5°C, que si es de 29°C. Por ello la hipotermia se divide para su estudio en tres grados o niveles:

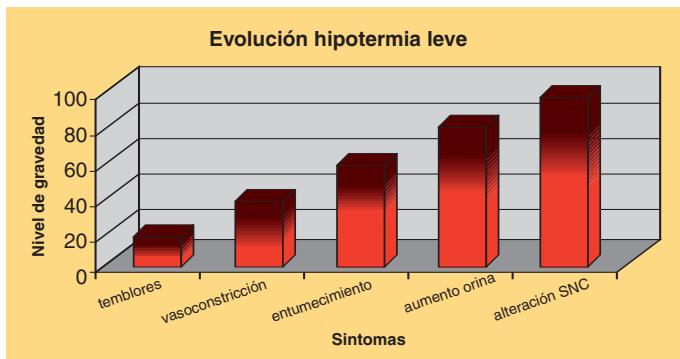
- 1.- Hipotermia leve: TCC entre 35 y 33°C.
- 2.- Hipotermia moderada: TCC entre 33 y 30°C.
- 3.- Hipotermia grave: TCC inferior a 30°C.

Vamos a ver los síntomas que se presentan en cada nivel de hipotermia y como van evolucionando conforme ésta progrusa.

Hipotermia leve (TCC entre 35° C – 33° C)

- Temblores: contracciones musculares generalizadas, involuntarias e intermitentes. Es una respuesta por parte de nuestro organismo para producir calor a partir de las contracciones musculares. Inicialmente, los temblores pueden ser esporádicos y controlables voluntariamente, pero conforme disminuye nuestra TCC, se vuelven continuos e incontrolables.





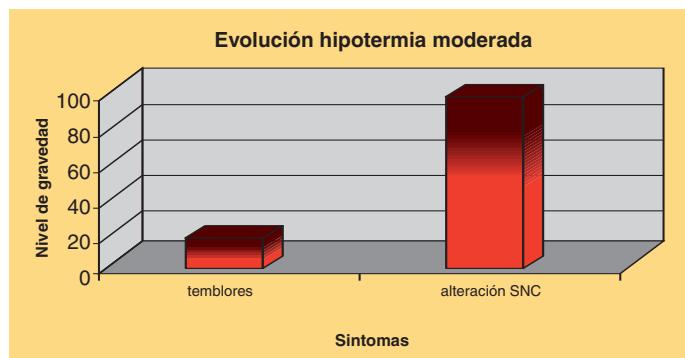
- Vasoconstricción de la piel: la piel se torna más blanca de lo habitual, debido al cierre de los vasos sanguíneos que llegan a ella, para ahorrar pérdidas de calor y mantener nuestra TCC.

- Entumecimiento de las extremidades: debido a la vasoconstricción de los vasos sanguíneos que llegan a ellas, para ahorrar pérdidas de calor.

- Aumento de la producción de orina: debido al secuestro de sangre en la zona central del cuerpo, por disminución del flujo sanguíneo de las extremidades y alteraciones de la reabsorción de agua y sales a nivel del riñón. Este aumento de producción de orina contribuye al enfriamiento corporal por dos vías distintas: por un lado, con la emisión de orina a nuestra temperatura corporal, perdemos calorías directamente del interior de nuestro cuerpo y, por otro lado, la pérdida de agua que conlleva esta producción aumentada de orina, produce un cierto grado de deshidratación en nosotros, que nos hace más sensibles a la hipotermia, estableciéndose así un círculo vicioso.
- Alteraciones del Sistema Nervioso Central: dificultad en la coordinación de movimientos, habla temblorosa, pérdida de reflejos condicionados (como el control periódico del manómetro),...

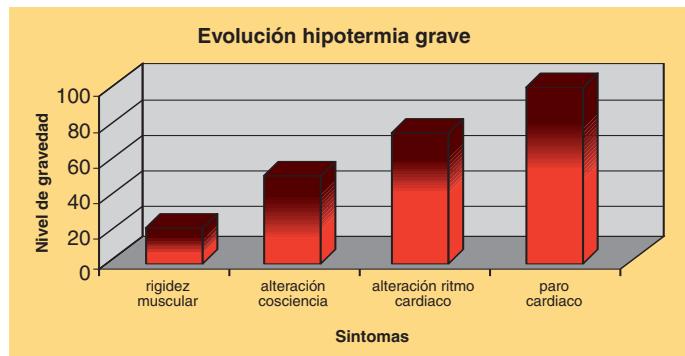
Hipotermia moderada (TCC entre 33° C – 30° C)

- Temblores: en esta fase serán continuos e incontrolables, pudiendo cesar conforme va descendiendo nuestra TCC, al no conseguir mantenerla, siendo sustituidos por una progresiva rigidez muscular.
- Alteraciones del Sistema Nervioso Central progresiva rigidez muscular, alteraciones del habla, ausencia de respuesta al dolor, ralentizado del reflejo pupilar,... El paciente puede encontrarse estuporoso, con falta de respuesta a estímulos.



3. Hipotermia grave (TCC inferior a 30º C)

- Rigidez muscular: en esta fase ya no existe ningún tipo de temblor, si-
no que han sido sustituidos por una rigidez muscular, más manifiesta
conforme desciende nuestra TCC.
- Alteraciones del nivel de
conciencia: el estupor
que se presentaba en la
fase anterior va haciéndose
cada vez más pa-
tente, llegando a un co-
ma manifiesto cuando la
TCC alcanza los 29º C.
- Alteraciones del ritmo
cardiaco: bradicardia
manifiesta con frecuen-
cias de 30 a 40 pulsa-
ciones por minuto. Arritmias completas por fibrilación auricular. Las
arritmias ventriculares son menos frecuentes, pero mucho más peli-
grosas, ya que pueden ser los preámbulos de una parada cardiaca por
fibrilación ventricular.
- Cuando la TCC desciende por debajo de los 25º C, esta situación es
incompatible con la vida.



Resumiendo, podemos decir que existen tres niveles de gravedad dentro de la hipotermia; una forma leve, en la que nuestro organismo ha puesto en marcha una serie de mecanismos para ahorrar pérdidas de calor y aumentar su producción, con el fin de mantener nuestra TCC dentro de los valores normales. Una forma moderada, en la que estos mecanismos se muestran insuficientes para mantener la TCC y comienzan a fallar ante su progresivo descenso. Y una forma grave, en la que estos mecanismos cesan totalmente en su intento de mantener nuestra temperatura y se produce la pérdida de calor de forma totalmente pasiva desde nuestro cuerpo.

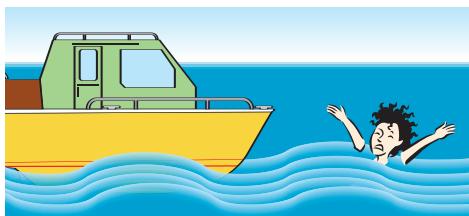
Actuación ante una persona que sufre hipotermia

Hay que recordar que aunque en este caso, se trata de un curso de buceo bajo hielo y, como es lógico, los que tienen más probabilidades de presentar hipotermia son los buceadores, también ésta puede producirse entre las personas que se encuentran en superficie, sobre todo si accidentalmente se mojan la ropa y no van adecuadamente equipados. Vamos a centrar la actuación a seguir en un buceador, pero si la hipotermia se presenta en un componente del equipo de superficie, la actuación sería la misma.

Ante una situación de hipotermia de cualquier gravedad, siempre que el buceador mantenga respiración espontánea y latido cardiaco, las primeras medidas que se deben tomar son las mismas, a saber:

- Sacar al buceador del agua
- Trasladarlo a un lugar caliente y al abrigo del viento
- Quitarle todas las prendas húmedas, vestirlo con ropa seca y abrigarlo con mantas o sacos de dormir.

1



2

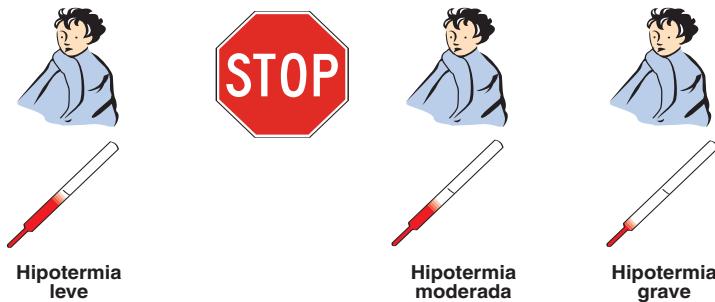


3



En caso de ausencia de respiración o latido cardíaco, se deberán iniciar inmediatamente las maniobras de reanimación cardio-pulmonar, tal como se ha visto en el curso de SVB y RCP (Especialidad EO), teniendo en cuenta además, que en los casos de hipotermia se debe ser más persistente en ellas que en ningún otro caso, ya que la propia hipotermia actúa como preservadora del sistema nervioso. Se han producido casos de reanimación en sujetos con hipotermia, tras más de 30 minutos de apnea, sin que se produjese secuelas neurológicas.

En caso de hipotermia leve (y recordemos que no debemos permitir bajo ningún concepto que una hipotermia pase de este nivel), estas medidas mencionadas previamente, suplidas con la administración de bebidas calientes y azucaradas son suficientes. Las bebidas alcohólicas, que la sabiduría popular recomienda para los casos de frío intenso, están total y absolutamente prohibidas, ya que la sensación de calor que producen se debe a la acción del alcohol en el ámbito de los vasos sanguíneos, en los que ejerce un efecto dilatador, con lo que notamos sensación de calor externo, a consta de seguir perdiendo calorías del interior del cuerpo.



En caso de hipotermia moderada o grave, se hace imprescindible la asistencia médica. En caso de duda de la gravedad de la hipotermia, solicitar siempre asistencia médica.

Hay una serie de maniobras que deben evitarse en las personas que presentan hipotermia y a las que la creencia popular atribuye efectos beneficiosos para estos casos:

- No se deben dar masajes al paciente.
- No permitir al paciente fumar o beber líquidos con alcohol o cafeína

- No permitir al paciente comer nieve.
- No administrar al paciente ningún medicamento.
- No intentar el recalentamiento activo externo del paciente (baños cálidos, calefactores eléctricos, bolsas de agua caliente o mantas eléctricas), si se puede disponer de asistencia médica en un plazo de tiempo razonable (menos de dos horas).
- No dejar sólo en ningún momento a un paciente hipotérmico.

Prevención de la hipotermia

La mejor forma de evitar la hipotermia, es prevenir su aparición. Hay una serie de medidas, de sentido común, que evitarán que un buceador presente una hipotermia que precise tratamiento.

1. Usar trajes de buceo adecuados a la temperatura del agua.
Para el buceo bajo hielo se usarán preferiblemente trajes secos. Si no se dispone de traje seco, un traje semiestanco o incluso uno húmedo de suficiente grosor, si se adapta bien, pueden usarse, siempre que se limite a pocos minutos la duración de la inmersión.
2. No planificar inmersiones de una duración superior a veinte minutos.
3. Mantenerse caliente, abrigado y seco en superficie, al resguardo del viento, antes de iniciar la inmersión.
4. Finalizar la inmersión ante la aparición del primer signo de hipotermia (temblores, entumecimiento de extremidades,...).
5. Seguir unos buenos hábitos de alimentación, hidratación y descanso antes de la inmersión.

Es importante recordar

- Que el cuerpo pierde calor por contacto directo con un medio exterior más frío (conducción), por las corrientes de aire o de agua (convección), y por el simple hecho de estar a mayor temperatura que el medio que le rodea (radiación)

No debemos olvidar

1. *Que cuanto más frío esté el medio exterior más calor se pierde, pero que si hay corrientes de aire o de agua la cantidad de calor perdida aumenta de forma considerable.*
2. *Que un descenso de la temperatura corporal puede dar lugar a problemas serios e incluso la muerte.*

3. Que cuando el cuerpo comienza a defenderse tiritando, erizando el vello, entumeciéndose la piel o signos parecidos, es que la pérdida de calor es seria y hay que abandonar la actividad y abrigarse.
4. Que estando sumergidos podemos llegar a perder hasta 24 veces más calor que en superficie.
5. Que si la temperatura corporal desciende apenas 2°C, comienza a aparecer la hipotermia leve, primer síntoma que algo no va bien.
6. Que una hipotermia moderada (temperatura corporal por debajo de 33°C) es ya peligrosa y que una hipotermia grave (temperatura del cuerpo por debajo de 30°C) supone un riesgo de muerte.
7. Que hay que prevenir la hipotermia, mediante una protección adecuada (traje seco), ropa de abrigo bajo el traje, y sobre todo cesando la actividad del buceo tan pronto aparezcan los primeros síntomas de hipotermia.

EFFECTOS PSICOLÓGICOS DEL FRÍO. ESTRÉS Y PÁNICO

Vamos a conocer

1. La influencia del estrés y el pánico sobre el buceador en buceo bajo hielo.
2. Los distintos tipos de estrés a los que podemos vernos sometidos.
3. Cómo se debe actuar en caso de sufrir estrés o cuando nuestro compañero lo sufre.

Estrés y pánico. Definiciones y diferencias

En general, cuando en la vida cotidiana hablamos de estrés, pensamos en el desarrollo de una actividad frenética, con un alto grado de tensión emocional y que requiere toda nuestra capacidad de atención, sin posibilidades de poder interrumpirla para descansar, aunque sólo sea un minuto. Esto es sólo parcialmente cierto. Cualquier actividad de la vida diaria, lleva un cierto grado de estrés. Cuanto más difícil nos parece la actividad que vamos a desarrollar, mayor grado de estrés produce en nosotros.

El estrés fue definido ya en 1.947 por Hans Selye como "la respuesta que da el organismo a cualquier solicitud que se le haga". Así, cualquier si-

tuación de la vida, supone una carga de estrés, desde la muerte de un familiar querido hasta la celebración de la Navidad; pero el grado de estrés que produzca en nosotros, depende de cómo percibimos la situación nosotros mismos.

El estrés en relación con el buceo es de dos tipos:

1. Estrés fisiológico: Es el ocasionado por causas como cansancio, enfermedad, lesiones, heridas, frío.
2. Estrés psicológico: Es el debido a situaciones como fobias, tensión nerviosa, miedo, ansiedad, falta de información,...

El buceo bajo hielo es una situación que produce un alto grado de estrés en la gran mayoría de nosotros; pero esto no es malo. Es la respuesta fisiológica que presentamos la mayoría de las personas ante esta situación.

El estrés produce un aumento en la secreción de determinadas hormonas (adrenalina, corticosteroides y ACTH), que preparan nuestro cuerpo y nuestra mente para apreciar y responder rápidamente ante cualquier situación anómala (nos pone en situación de alerta).

Los efectos de estas hormonas pueden observarse por la respuesta que producen en determinados órganos: en los ojos, producen dilatación pupilar; en el corazón, aumento de la frecuencia y de la fuerza de los latidos, en los pulmones, aumento de la frecuencia y amplitud de las respiraciones; en el intestino, disminución de sus movimientos; en el riñón, disminución de la producción de orina; en la sangre, elevación de los niveles de glucosa; en los músculos esqueléticos, aumento de la fuerza; y en el ámbito cerebral, aumento de la actividad mental.

Por tanto, podemos decir que el estrés es una respuesta fisiológica del organismo ante cualquier situación que requiera una cierta habilidad o atención para resolverla. Lo que ocurre es que una persona que se encuentra sometida a una situación de alto grado de estrés, puede agotarse en un periodo de tiempo más o menos largo en cada individuo, o ante un nuevo problema o contratiempo y entonces presentar una reacción de pánico, irracional, que puede acabar en un accidente.

Así, el pánico se define como una respuesta patológica e incontrolable ante una situación que creemos que sobrepasa nuestras posibilidades de solucionarla. Por esto nos interesa poder identificar al buceador que se encuentra en una situación de alto nivel de estrés, porque su siguiente paso puede ser una reacción de pánico.

Al buceador con muy alto grado de estrés ante la práctica del buceo ba-



jo hielo es interesante reconocerlo, si es posible, antes de que se meta en el agua. Aunque existen algunos tests psicológicos para detectar miedos (ISRA, cuestionarios de miedos), no son lo suficientemente discriminativos como para usarlos de forma rutinaria entre la población general. Por ello puede ser interesante, antes de realizar las prácticas de buceo bajo el hielo, mantener una entrevista personal, a solas, con cada uno de los alumnos del curso, para conocer su experiencia previa de buceo en espacios confinados, sus motivos para realizar el curso y la actitud del alumno durante la entrevista. Esto nos puede dar una idea de los posibles miedos o dudas del alumno ante la situación de la inmersión bajo el hielo.

¡¡¡Controlar las reacciones del buceador es IMPORTANTE!!!

También puede ser muy significativo el comportamiento inmediatamente antes de realizar la inmersión. El alumno que realiza controles repetidos de su equipo, que manifiesta cambios de humor, que presenta una preocupación desmedida por problemas mínimos, nos está avisando que se encuentra en una situación de alto grado de estrés.

Durante la inmersión, podemos observar una serie de datos que nos ponen sobre aviso de que debemos prestar especial atención al buceador que los presenta. Si observamos un aumento de la frecuencia respiratoria, rigidez muscular o fallo en la respuesta a las señales, debemos acudir al lado de ese buceador, pues su próxima reacción puede ser de pánico.

Actuación ante un buceador estresado

Como ya hemos dicho, un buceador en situación de estrés, aún mantiene la situación bajo control. Para ayudarle, no es preciso realizar maniobras intempestivas de rescate, pues no las necesita, aunque debemos estar preparados para realizarlo si se presenta el pánico.

Inicialmente, la mejor ayuda que le podemos proporcionar es el contacto físico. Acercarnos hacia él, a ser posible por su campo de visión y que note nuestra presencia a través del contacto físico (cogerle la mano, o de un brazo), es el mejor bálsamo que le podemos ofrecer. Si observamos que su

respiración es muy rápida, lo conduciremos hacia un lugar donde pueda sujetarse y cesar toda la actividad física, y le ayudaremos a recuperar el ritmo respiratorio, insistiéndole en que haga espiraciones completas, lentas y profundas, para renovar el aire pulmonar.

- 1 Aproximarse**
- 2 Contacto físico**
- 3 Calmarle**
- 4 Respiración lenta y profunda**

En caso de que el buceador quiera iniciar una subida precipitada hacia la plancha de hielo, intentaremos sujetarle, si es posible por la espalda, y procuraremos conducirle, con un ascenso controlado hacia el punto de entrada bajo el hielo.

Es importante recordar que la maniobra más efectiva para controlar el estrés y así evitar el pánico es recuperar el ritmo respiratorio.

No debemos olvidar

- 1. Que el estrés es un mecanismo de defensa del cuerpo ante una situación que tiende a alterar nuestro ritmo de vida.*
- 2. Que cualquier suceso anómalo puede provocarnos estrés.*
- 3. Que el estrés puede producirse por causas físicas (exceso de trabajo o hiperactividad) o por causas psíquicas (tensión nerviosa o emocional, sensación de riesgo, etc.).*
- 4. Que el estrés es la antesala de una reacción anómala que puede ocasionarnos un accidente.*
- 5. Que si sufrimos o vemos padecer de estrés, lo mejor es mantener la calma.*

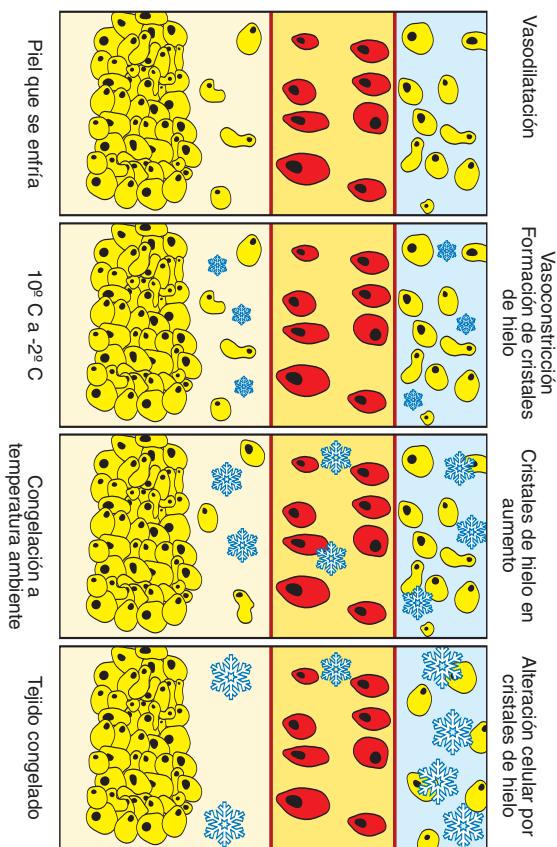
CONGELACIÓN. CONCEPTO Y DESCRIPCIÓN

Vamos a conocer

- 1. Cómo se puede producir la congelación de algún órgano en buceo bajo hielo.*
- 2. Los diferentes grados de congelación y sus consecuencias.*
- 3. La forma de actuar en caso de congelación.*

Congelación. Concepto y descripción

Aunque la posibilidad de que se presente un cuadro de congelación con la práctica del buceo bajo hielo es remota, e imposible en los buceadores, vamos a dar unas nociones breves de cómo descubrirla y tratarla, por si algún integrante del equipo de superficie tuviese la desgracia de sufrir una congelación.



que en el caso de la hipotermia, la humedad y el viento aceleran el proceso de la congelación, pero también otros factores locales como la arteriosclerosis, la inmovilidad prolongada de la extremidad o el uso de prendas de vestir apretadas, que dificulten el riego sanguíneo de la extremidad (calzado excesivamente ajustado, guantes que compriman la mano,...).

Las congelaciones pueden presentar 4 grados de intensidad:

1. Congelaciones de primer grado: se manifiestan por enrojecimiento y edema (hinchazón) de la parte afectada.
2. Congelaciones de segundo grado: presentan la formación de vesículas (ampollas).
3. Congelaciones de tercer grado: hay necrosis (muerte) de la piel.
4. Congelaciones de cuarto grado: Se produce gangrena de la parte afectada, que requiere amputación posteriormente.

Es frecuente que la persona que está sufriendo una congelación, no se dé cuenta inicialmente de ello. Lo más habitual es que se presente con la exposición a temperaturas próximas a 0°C durante varias horas, combinada con viento, humedad, inmovilidad, zapatos que aprietan demasiado, etc., es decir todos, los factores que pueden estar presentes en el equipo de

Las congelaciones se producen cuando los tejidos se exponen al frío durante lapsos variables de tiempo. La gravedad de la congelación depende de la temperatura a la que se exponen los tejidos y la duración de la exposición.

Por estudios experimentales, se sabe que la congelación comienza cuando la temperatura en las partes profundas de los tejidos expuestos llega a los 10° C, y que las células pueden sobrevivir tras haber permanecido a temperaturas de -5° C, siempre que la congelación se haya producido de forma lenta.

Las congelaciones, en general, se deben a exposiciones al frío durante varias horas. Por datos extraídos de conflictos bélicos, se conoce que el 90 % de los casos se dan con temperaturas cercanas a -7° C, después de exposiciones de entre 7 y 18 horas. Aunque se pueden producir "congelaciones rápidas" por exposiciones cortas a temperaturas de varios grados bajo cero, las congelaciones que se suelen producir son las "congelaciones lentas". Al igual

superficie en el caso del buceo bajo hielo. Inicialmente puede existir una ligera molestia, pero conforme la congelación se va estableciendo, se produce una pérdida de sensibilidad y rigidez de la extremidad, que reduce esa molestia al mínimo.

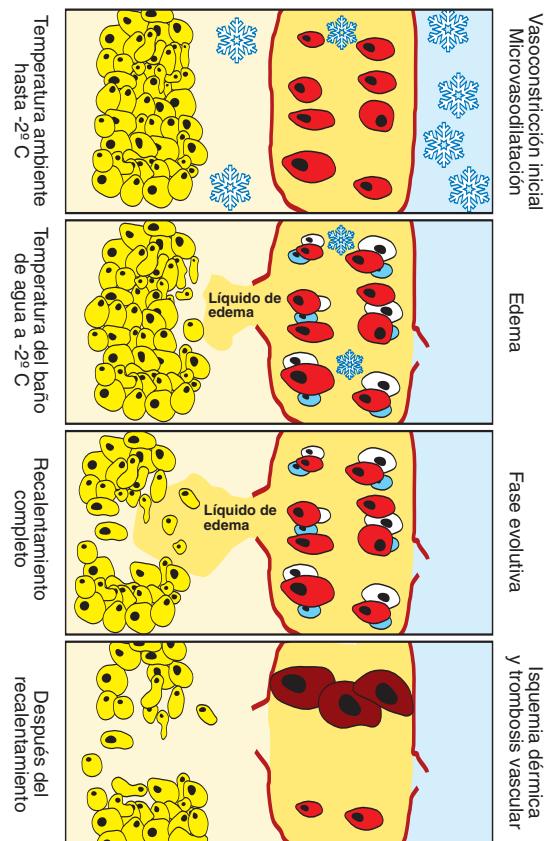


Cuando se vuelve a calentar la extremidad, ésta se pone roja, caliente, edematosa y recupera la sensibilidad y, por tanto, el dolor se hace manifiesto. Si al recalentar la extremidad, alguna zona (habitualmente los dedos) permanece fría, sin hinchazón y no dolorosa, significa que el riego sanguíneo en esa zona no se ha restablecido y es seguro que evolucionará hacia la gangrena.

Actuación ante una congelación

El aspecto más importante del tratamiento de una congelación es el calentamiento rápido de los tejidos lesionados. La zona afectada debe introducirse en agua a una temperatura de entre 40 y 44º C, durante 20 minutos. Las temperaturas superiores del agua, producen más daño que beneficio. Hay que tener en cuenta que la parte congelada, inicialmente no tiene sensibilidad y un agua más caliente podría producir quemaduras sin que el paciente se diese cuenta.

Tras el recalentamiento, la extremidad debe elevarse para que el edema sea el menor posible y se trasladará al paciente a un centro hospitalario.



No debemos olvidar

1. Que aunque el agua no esté congelada, en superficie sí podemos sufrir congelación, sobre todo de manos y pies.
2. Que la congelación puede llegar a ser tan grave como para ocasionar la necrosis de la parte afectada y la muerte del órgano.
3. Que si la congelación afecta a órganos vitales puede ocasionar la muerte.
4. Que para tratar una congelación la única forma es calentar la parte afectada con agua entre 40°C y 44°C.

ACCIDENTES ESPECÍFICOS DEL MEDIO

Vamos a conocer

1. Por qué es más fácil sufrir Enfermedad Descompresiva en buceo bajo hielo.
2. El riesgo de producirse un ahogamiento bajo el agua y sus consecuencias.
3. La posibilidad de sufrir traumatismos leves o severos estando en superficie.
4. La forma de actuar en cada uno de estos casos.

Enfermedad por descompresión. Particularidades en el buceo bajo hielo.

En estas latitudes en las que nos encontramos, el mar no llega a congelarse en ningún momento del año. Para encontrar lugares con hielo para poder sumergirnos bajo él, vamos a necesitar habitualmente subir a lagos de montaña o ibones. Esto condiciona que la presión atmosférica en estos lugares donde vamos a realizar la inmersión sea inferior a una atmósfera en superficie, presión para la que están confeccionadas las tablas de descompresión.

No es éste el lugar indicado para recordar cómo se calcula la profundidad ficticia de una inmersión en altitud para poder usar las tablas, ni la velocidad de ascenso, pero sí que en estas inmersiones, aunque son de corta duración y se realizan a poca profundidad, tienen por sí mismas un mayor riesgo de producir enfermedad por descompresión, debido a que se pre-

sentan varios factores de riesgo para ello; estos factores son:

- Frío.
- Cierto grado de deshidratación que se produce tras la inmersión en aguas frías.
- Aunque quizás más teórico que real, el hecho de que la presión atmosférica en superficie sea inferior a una atmósfera, facilita que la presión parcial del nitrógeno disuelto en los tejidos se aproxime al coeficiente de sobresaturación crítica.

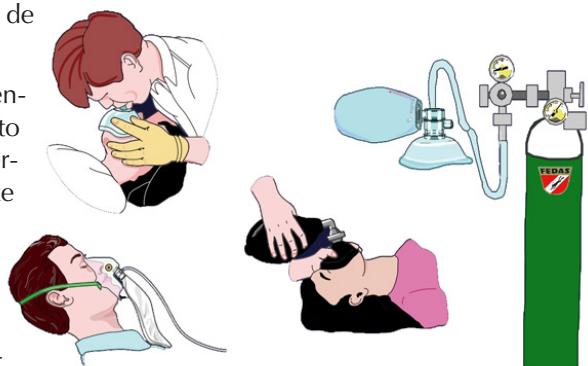
Manejo de la enfermedad por descompresión

El tratamiento de la enfermedad descompresiva no presenta ninguna diferencia tanto si la inmersión se ha realizado en el mar, como si ha sido bajo hielo en un lago de montaña. Pero en los lagos de montaña, por la propia orografía del terreno, hay que tener en cuenta que si algún buceador presenta síntomas de enfermedad descompresiva, no debemos bajo ningún concepto trasladarlo a través de zonas que tengan una cota orográfica superior a la del lugar donde se ha realizado la inmersión. Por supuesto que esto no lo debe hacer ningún buceador, pero en el caso de que existan síntomas de enfermedad por descompresión, deberemos ser mucho más estrictos en este aspecto.

Todos sabemos que el único tratamiento efectivo para la enfermedad por descompresión es la recompresión en cámara hiperbárica. Pero de no ser que podamos disponer de una cámara móvil para instalarla en la orilla del lago, si un buceador presenta una enfermedad descompresiva, deberemos trasladarlo a un centro que posea una cámara hiperbárica donde se puedan tratar accidentes de buceo. Y durante ese lapso de tiempo, nuestra actuación puede hacer que el afectado llegue a la cámara hiperbárica en mejores o peores condiciones.

La medida más eficaz para tratar la enfermedad por descompresión hasta que el paciente está instalado en la cámara hiperbárica, es la administración de oxígeno a altas concentraciones en el aire inspirado (100 %). Se debe vigilar en todo momento al paciente, controlando que mantiene respiración y latido cardiaco espontáneos (si respira, también le late el corazón), en caso de que estos se interrumpan, se iniciarán de inmediato las maniobras de RCP.

Si el paciente se encuentra consciente, se colocará en posición de decúbito supino para el traslado al centro hiperbárico y se le administrará abundante agua para beber ($> 1 - 2$ litros). Al paciente se le debe abrigar para el traslado, pero no aplicarle calor externo, que podría hacer empeorar la enfermedad descompresiva. Si no exis-





ten contraindicaciones (úlcera de estómago, alergia al medicamento), la administración de _ comprimido de aspirina puede ser útil por su efecto antiagregante plaquetario.

En caso de que el accidentado presente pérdida de conciencia se colocará en posición de seguridad (decúbito lateral) para evitar que, en caso de presentarse un vómito, éste pueda ser aspirado. Pero en este caso se vigilará más estrechamente que el accidentado mantenga respiración y latido cardíaco.

También será vigilado el compañero de inmersión del accidentado, por si comenzase posteriormente a presentar síntomas de enfermedad descompresiva y deberá ser trasladado junto con éste hacia la cámara hiperbárica de tratamiento.

Prevención de la enfermedad por descompresión

Las medidas para prevenir la aparición de enfermedad descompresiva serán las mismas que en las inmersiones a nivel del mar, con las modificaciones necesarias en dependencia de la altitud del lugar de inmersión.

- Respetar la velocidad de ascenso teórica, calculada sobre 9 metros /minuto a nivel del mar.
- Evitar inmersiones que requieran realizar paradas de descompresión.
- Hacer una parada de seguridad de 3 minutos a 3 metros.
- Evitar esfuerzos físicos intensos antes, durante y después de la inmersión.
- Evitar el consumo de alcohol antes de la inmersión.
- Evitar subir a cotas superiores a la del lugar de la inmersión, tras haber realizado ésta.
- Mantener un buen estado de nutrición, hidratación y descanso antes de la inmersión.
- Mantener una buena forma física.

Ahogamiento.

Dejando aparte el hecho de que en una inmersión en agua dulce vamos a necesitar menos lastre que en agua salada, debido a una menor flotabilidad, no va a producirse ninguna otra diferencia con una inmersión en el

mar, si no se produce el accidente más frecuente en el medio acuático: el ahogamiento, o mejor dicho, el casi ahogamiento.

Se define como ahogado, a la persona que fallece por asfixia al estar sumergido, o que sobrevive como máximo 24 horas tras el accidente. Por contrapartida, semiahogado o ahogado inminente es el que sobrevive al efecto de la asfixia y a las consecuencias de la aspiración del líquido, o que sobrevive temporalmente, pero más de 24 horas.

En un 10% de los casos de ahogados, no se ha producido aspiración de líquido en el árbol bronquial y la asfixia se produce por espasmo laríngeo, por el estímulo del agua en la zona faringo-laríngea, son los denominados ahogados blancos.

En todos los casos de ahogamiento, tanto si se produce aspiración de agua, como si no, el problema inmediato y principal es la asfixia, con la falta de aporte de oxígeno a todos los tejidos del cuerpo que conlleva y una situación de hipoxia generalizada.

Las complicaciones posteriores que se presentan, dependen del tipo de ahogamiento. En los casos de ahogamiento sin aspiración de agua, si el ahogado sobrevive al periodo de asfixia inicial, es de esperar que la recuperación sea completa y sin complicaciones posteriores.

En los casos de ahogamiento con entrada de agua en el árbol respiratorio, las complicaciones posteriores serán principalmente respiratorias, circulatorias, sanguíneas, neurológicas y renales; pero éstas variarán en dependencia de que el ahogamiento sea por agua dulce o por agua salada.

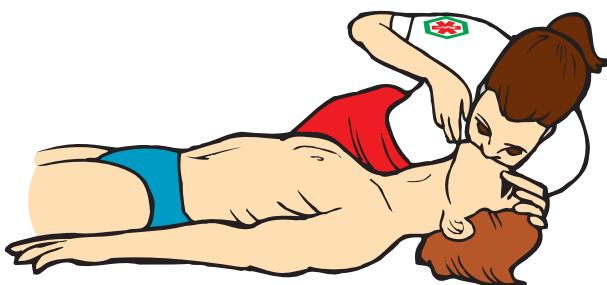
En el ahogamiento por agua dulce es frecuente la parada cardiaca por fibrilación ventricular, arritmia cardiaca muy rara en los casos de ahogamiento por agua salada.

Ahogamiento. Primeros auxilios

En caso de ahogamiento en agua dulce, las medidas que tomaremos nosotros en el lugar del accidente serán las comunes a todos los casos de ahogamiento. Otra cosa es el tratamiento médico posterior, que si es diferente en caso de ahogamiento en agua dulce o en agua salada.

En caso de parada cardiorrespiratoria, se iniciarán las maniobras de reanimación cardio-pulmonar inmediatamente, con respiración boca a boca y masaje cardiaco externo. No se debe intentar la evacuación del agua que haya en el aparato respiratorio, ya que además de no estar demostrado que esto mejore la ventilación, podemos causar una regurgitación del contenido gástrico y posterior aspiración de él al aparato respiratorio.

Hay que insistir en el hecho de que el ahogamiento en aguas muy frías, implica una hipotermia que proporciona una cierta protección a las lesiones en el ámbito cerebral. Se han descrito casos de recuperación sin secuelas neurológicas tras ahogamientos durante periodos de hasta más de 30 minutos. Por ello se debe insistir en la reanimación cardio-pulmonar de for-



aunque posteriormente se recupere y se encuentre bien, debe ser trasladado a un servicio de urgencias para valoración por personal médico.

ma enérgica, y no cesar en ella hasta que el paciente se encuentre en un centro hospitalario. Si se dispone de ello, es recomendable ventilar al paciente con aire enriquecido con oxígeno para paliar la hipoxia que se presenta en todo ahogado, al tener su aparato respiratorio ocupado por agua.

Un punto que debe quedar claro es que cualquier persona que haya aspirado agua en mayor o menor cantidad,

Traumatismos

Un problema que va a presentarse frecuentemente, no en relación directa con el buceo bajo hielo sino con las condiciones ambientales en las que se desarrolla esta actividad, son los traumatismos. La superficie helada de un lago es resbaladiza y dura. Habitualmente vamos a vestir ropa lo suficientemente gruesas como para que los traumatismos de extremidades no vayan a ser generalmente de consideración. Pero tras un resbalón y una caída sobre la superficie del hielo, podemos golpearnos una zona que muchas veces vamos a llevar descubierta: la cabeza.

Vamos a dar unas normas generales de actuación para valorar un traumatismo craneal y un traumatismo en las extremidades.

Tras haber sufrido un golpe en la cabeza, es prioritario valorar el nivel de conciencia. Si el accidentado ha sufrido pérdida de conciencia, aunque haya sido de sólo unos segundos de duración, debe ser trasladado a un centro médico para ser valorado. En caso de que no haya existido pérdida de conciencia, se debe valorar el grado de orientación de la persona (sí recuerda el día en que estamos, el lugar, su nombre, su domicilio). Si se queja consistentemente de dolor de cabeza o se presentan vómitos, o sufre pérdida de conciencia posterior, o las pupilas se observan de distinto tamaño una de otra, entonces debe ser trasladado con urgencia a un centro médico en el que se le pueda realizar un estudio radiológico craneal (a ser posible, donde se le pueda practicar un TAC craneal). En caso de que no presente ninguno de estos síntomas, aún deberemos estar pendientes del accidentado durante un plazo de 24 horas, por si presenta sensación de sueño anormalmente persistente o desorientación o cualquiera de los síntomas que hemos nombrado anteriormente durante ese lapso de tiempo.

Los traumatismos de extremidades, habitualmente no serán importantes por la protección que la propia vestimenta nos proporciona. Tras un trau-

matismo en un brazo o una pierna, ya sea por golpe directo o por apoyo sobre ella, valoraremos la capacidad de movimiento que existe distal y proximadamente a la zona dolorosa. Si el movimiento no se encuentra limitado y la sensibilidad de la piel y el pulso arterial distal a la zona del traumatismo son normales, lo lógico es pensar que no se haya producido ninguna lesión en el ámbito óseo ni articular. En caso contrario, se debe conducir al accidentado a un centro médico, para que sea valorado.

Manejo de los traumatismos cráneo-encefálicos

Ante un traumatismo cráneo-encefálico (TCE), aparte de intentar valorar su gravedad, poco más podemos hacer en un lago de montaña helado, lejos de un centro hospitalario. Lo realmente importante es que sepamos -valorar correctamente la gravedad de un traumatismo y lo traslademos a un centro médico sin pérdidas de tiempo innecesarias.

En caso de que con el traumatismo se hayan producido heridas en el cráneo, las taponaremos con gasas estériles, realizando compresión si sangran persistentemente. Si existe parada cardiorrespiratoria, iniciaremos las maniobras de reanimación cardio-pulmonar inmediatamente. Si el paciente se encuentra inconsciente, pero mantiene las funciones respiratoria y cardíaca, lo colocaremos en posición de decúbito lateral, para prevenir la posible aspiración de un vómito y lo mantendremos estrechamente vigilado mientras lo trasladamos al hospital o esperamos la llegada del medio de evacuación.

Hay que destacar que el buceo bajo hielo se realiza en ocasiones en lugares apartados, de difícil acceso. Por ello, si es de prever un largo plazo de tiempo para que lleguen los medios de evacuación (superior a dos horas), será preferible trasladar al accidentado por nuestros propios medios al centro médico, ya que dada la potencial extrema gravedad de un TCE, las pérdidas de tiempo van siempre en contra del accidentado.

Manejo de los traumatismos de extremidades

Como dijimos en el apartado anterior, los traumatismos de extremidades habitualmente no serán graves, ya que el propio espesor de la ropa nos protege. No obstante, si ante un traumatismo de extremidades tenemos dudas sobre su posible gravedad, deberemos inmovilizar dicha extremidad.

Ante una posible fractura ósea, inmovilizaremos siempre que podamos, como mínimo, las articulaciones proximal y distal del hueso donde creamos que se localiza la fractura. Una forma sencilla de hacerlo es mediante un eje rígido y alargado (una rama, un piolet,...) y unos cabos. Se deberá colocar algún almohadillado entre el eje y la extremidad, para evitar que éste pueda producir lesiones en la piel, y atar los cabos lo suficientemente fuertes como para que produzcan una inmovilización efectiva, pero no tanto que lleguen a comprometer el riego sanguíneo de la extremidad. Hay que tener en cuenta que tras una posible fractura, puede producirse un edema

de la extremidad fracturada y que sí los cabos que la inmovilizan están muy ajustados, este edema de la extremidad que se presenta posteriormente, puede ser el causante de que se produzca un problema del riego sanguíneo de la extremidad. Por ello, cuando se realiza una inmovilización de este tipo, habrá que vigilar posteriormente la posible aparición de signos de compromiso circulatorio en la parte distal de la extremidad (edema de los dedos, frialdad intensa, color violáceo en la piel,...).

No debemos olvidar

- 1. Que la altitud y la baja temperatura del agua favorecen la absorción del nitrógeno por los tejido y, por tanto, la Enfermedad Descompresiva.**
- 2. Que el ahogamiento en agua dulce es mucho más grave que en agua salada y requiere una actuación más rápida.**
- 3. Que estando en superficie, se pueden sufrir fácilmente golpes, contusiones y fracturas por caídas en el hielo.**
- 4. Que en caso de accidente de descompresión se actuará igual que en el mar, con la única particularidad de evitar trasladar al accidentado por encimas de picos de montaña.**
- 5. Que en caso de ahogamiento hay que aplicar SVB y RCP INMEDIATAMENTE.**
- 6. Que en caso de traumatismo severo, es preciso inmovilizar la parte afectada y proceder a un traslado inmediato del accidentado a un centro sanitario.**

NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

La mejor forma de evitar un accidente es prevenirlo y para ello hay que conocerlo. El conocimiento de los accidentes típicos de Buceo Bajo Hielo y de los incidentes que pueden conducirnos a ellos ya los conocemos porque los hemos estudiado en la sección anterior. Pero nunca está de más unas pocas reglas prácticas que nos sirvan de guía y recordatorio de lo que no debemos hacer si queremos evitar tener problemas. Estas reglas, que deberemos añadir a las que ya conocemos del buceo tradicional, las podemos resumir de la siguiente manera:

- I. Planifica cuidadosamente la inmersión prestando especial atención a la descompresión y a la cantidad de aire que deberemos llevar. Si dudas del perfil lo más aconsejable es considerar un perfil cuadrado con profundidad equivalente a la máxima que se va a alcanzar y tiempo el de inmersión. Esto**

te garantizará una reserva extra de aire y evitará que tengas que ascender a superficie sin haber completado las paradas de descompresión.

II. No realices movimientos bruscos y nada suavemente para evitar esfuerzos físicos innecesarios que puedan causarte una alteración del ritmo respiratorio y un consumo excesivo de aire con las consecuencias que ya hemos visto.

III. Procura respirar de forma controlada de acuerdo con el ritmo que te sea más conveniente, pero nunca muy rápido (recuerda que el ritmo varía para cada persona). Si no puedes respirar tan despacio procura hacerlo a tu ritmo, pero sin alejarte demasiado del ritmo indicado. Eso te evitará un problema de fatiga de los músculos respiratorios y un arritmia respiratoria aguda.

IV. Trata de mantenerte cerca de tu compañero reduciendo la distancia de seguridad de modo que no pierdas contacto visual con él en ningún momento. No hay reglas definidas de cuál debe ser la máxima distancia a la cual puedes alejarte ya que eso depende mucho de la visibilidad y transparencia de las aguas, pero como norma general se estima que en aguas "normales" (ni muy claras ni muy turbias) la distancia máxima puede oscilar entre 2 y 5 metros.

V. Procura prestar atención a las reacciones de tu cuerpo según pases la cota de 30 metros para ver si detectas cualquier síntoma que te haga sospechar que puedas estar sufriendo un ataque de narcosis. Si piensas que es así asciende inmediatamente y ese día bucea a menor profundidad. Si tienes dudas puedes llevar a cabo un test de narcosis (el de Bennet modificado u otro similar) para comprobar si los síntomas son o no de narcosis.

VI. Vigila atentamente tu ordenador de buceo, tanto el sistema de gestión de aire como el indicador de descompresión. Si el consumo de aire es más alto de lo normal piensa si es debido al frío, a un ritmo respiratorio inadecuado, a un esfuerzo físico o a cualquier otra causa para ponerle remedio.

VII. Si comienzas a notar entumecimiento en las extremidades, a no sentir los dedos de los pies, o que no controlas perfectamente tus movimientos, es señal que el frío comienza a afectar a tu sistema neuromotor. Asciende inmediatamente. No trates de combatir el frío realizando un esfuerzo físico intenso porque eso te conducirá a respirar descontroladamente pudiendo caer en una arritmia respiratoria por fatiga de los músculos pulmonares.

VIII. Si notas que tu ritmo respiratorio está alterado por un esfuerzo físico o por ritmo inadecuado, detente, respira pausadamente controlando la respiración y cuando hayas recuperado un ritmo adecuado continúa navegando. ¡Ah! Y deja de realizar esfuerzos físicos.

IX. No esperes a que el sistema de gestión de aire te avise que has alcanzado el límite de tiempo para iniciar el ascenso. Pudiera suceder que durante el ascenso consumas más de lo previsto y te falte aire para terminar la descompresión.

X. Trata de evitar la descompresión y si eso no es posible minimízala limitando el tiempo en el fondo y la profundidad máxima.

TEST DE AUTOCONTROL

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

¿Cuál de las siguientes temperaturas nos indicará una posible hipotermia?

- A.- Temperatura axilar _____
- B.- Temperatura cutánea _____
- C.- Temperatura anal _____
- D.- Temperatura corporal central _____

Cuestión nº 2

En situación de reposo, en un lugar cerrado y en medio aéreo, ¿cuál de las siguientes formas de pérdida de calor es la más importante?

- A.- Radiación _____
- B.- Evaporación _____
- C.- Conducción _____
- D.- Convección _____

Cuestión nº 3

En contacto con el agua, al estar sumergidos ¿cuál de las siguientes formas de pérdida de calor es la más importante?

- A.- Radiación _____
- B.- Evaporación _____
- C.- Conducción _____
- D.- Convección _____

Cuestión nº 4

¿Cuál es el primer mecanismo que usa nuestro cuerpo en las situaciones de hipotermia para aumentar la producción de calor?

- A.- Cierre de los vasos sanguíneos de la piel _____
- B.- Supresión del sudor _____
- C.- Producción de escalofríos _____
- D.- Incremento del metabolismo celular _____

Cuestión nº 5

¿Cuál es la mejor ayuda que podemos ofrecer a un buceador que presenta un alto grado de estrés?

- A.- Mantener contacto visual con él _____
- B.- Mantener contacto físico con él _____
- C.- Iniciar el ascenso con él hacia el punto de entrada _____
- D.- Sujetarlo por la espalda para evitar que haga un ascenso descontrolado _____

Cuestión nº 6

¿Cuál de los siguientes es el cuadro más probable de presentarse en buceo bajo hielo?

- A.- Enfermedad descompresiva
- B.- Barotraumatismo de oído medio
- C.- Hipotermia
- D.- Congelación

Cuestión nº 7

Realizando una inmersión bajo hielo, debemos finalizarla si observamos en nuestro compañero de inmersión:

- A.- Rigidiz muscular
- B.- Temblores
- C.- Falta de respuesta ante nuestras señales
- D.- Todo lo anterior

Cuestión nº 8

¿Cuál de las siguientes maniobras NO debemos realizar a una persona que sospechamos que sufre hipotermia?

- A.- Quitarle la ropa mojada y vestirlo con ropa seca
- B.- Trasladarlo a un lugar caliente y al abrigo del viento
- C.- Darle de beber café caliente y azucarado
- D.- RCP en caso de parada cardiaca o respiratoria

Cuestión nº 9

A una persona que ha sufrido un fuerte golpe en la cabeza ¿Durante cuánto tiempo debemos observarla para estar seguros de que no ha sufrido lesiones intracraneales?

- A.- 2 horas
- B.- 6 horas
- C.- 12 horas
- D.- 24 horas

Cuestión nº 10

Una persona sufre un resbalón en una plancha de hielo y cae sobre su antebrazo, produciéndole intenso dolor al intentar moverlo posteriormente. Ante la sospecha de que lo tenga fracturado inmovilizaremos:

- A.- El antebrazo y la muñeca
- B.- El antebrazo y el codo
- C.- El antebrazo, el codo y la muñeca
- D.- El antebrazo, el codo, la muñeca y el hombro

RESPUESTAS AL TEST DE AUTOCONTROL

- | | |
|-------|--------|
| 1.- D | 6.- C |
| 2.- A | 7.- D |
| 3.- D | 8.- C |
| 4.- C | 9.- D |
| 5.- B | 10.- C |

AUTO-EVALUACIÓN

Seguidamente, se proporcionan las respuestas correctas al ejercicio de autocontrol para la auto-evaluación por parte del propio alumno. Para una correcta auto-evaluación la siguiente tabla nos indica los baremos de evaluación del Test de Autocontrol.

Nº de respuestas acertadas	Evaluación	
9-10	APTO	Óptimo
7-8		Bien
5-6	NO APTO	Debe mejorar
3-4		Repasar el tema
< 3		Volver a estudiar el tema completamente

Capítulo 5

Buceo en altitud. Aplicación al buceo bajo hielo



El presente capítulo va a tratar de los efectos que la diferencia de salinidad y de nivel de luz tienen sobre el buceador, analizando las principales consecuencias que se derivan de dichos efectos y que problemas puede ello representar para la práctica del buceo.

INTRODUCCIÓN

Como ya señalamos anteriormente, en este capítulo dedicado a la Física, y en los siguientes, nos referiremos a aguas interiores a determinada altitud. El objeto de nuestro estudio será, por tanto, las inmersiones en altitud.

No se trata de profundizar los conocimientos que ya se tienen sobre física aplicada al buceo, puesto que los fenómenos físicos en si son los mismos que ya se estudiaron en cursos anteriores. Las leyes por las que se rige el comportamiento de los gases (Boyle, Gay-Lussac, Dalton, etc.) son igualmente válidas.

Hay que observar, sin embargo, que la magnitud de algunos de estos fenómenos es diferente a la que estamos habituados a manejar al bucear en el mar. Esto es debido a que la presión atmosférica en altitud es distinta a la del nivel del mar (menor cuanto mayor sea la altitud y siempre inferior a 1 atm). Esta diferencia entre presiones ambientales encadena sucesivas variaciones en otros parámetros relacionados con la presión atmosférica, lo que obliga a efectuar ciertas "correcciones" en el procedimiento del cálculo de las inmersiones. Se impone, por lo tanto, remarcar cuáles son estas diferencias y qué consecuencias implican.

EFFECTOS DE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA

Vamos a conocer

- 1. Cómo influye la presión atmosférica sobre la absorción del nitrógeno por el organismo en inmersiones en altitud.**
- 2. Cómo se determina la "profundidad ficticia".**
- 3. Cómo se ve afectado el consumo del buceador cuando realiza inmersiones en altitud.**

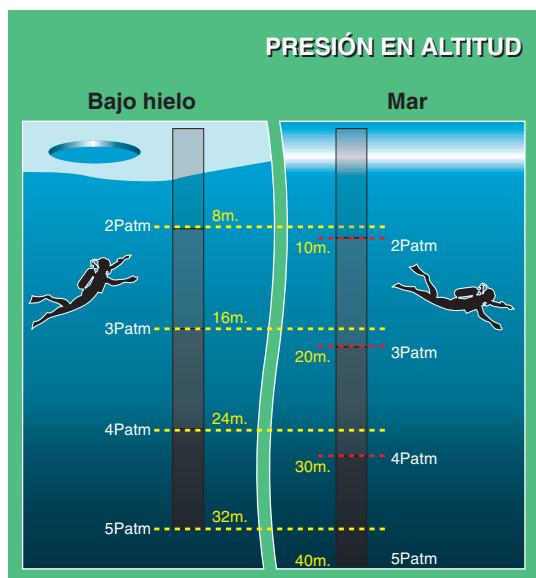
a) Influencia sobre la absorción de nitrógeno por el organismo

Existe una relación inversa entre altitud y valor de la presión atmosférica en un punto. Como es ya conocido, del curso de Buceador 2 Estrellas, el valor de la presión atmosférica por encima del nivel del mar es siempre inferior a 1 atm. y decrece conforme aumenta la altitud. (ver anexo) En consecuencia, la presión total (atmosférica más hidrostática) a que se encuentra sometido el buceador en altitud es, en términos absolutos, inferior a la que estaría sometido en el mar, ya fuera en superficie o estando sumergido bajo una columna de agua.

Por tanto, podemos concluir en altitud las presiones parciales de nitrógeno y oxígeno en nuestro organismo serán menores (dato interesante, con vistas al estudio de la toxicidad de ambos gases).

Por otra parte, y puesto que la disolución de los gases aumenta en relación directa con la presión, el buceador debería experimentar una menor disolución de gases inertes en sus tejidos. Sin embargo, en realidad lo que produce un aumento de la cantidad de gas que se absorbe por los tejidos no es la presión absoluta, sino la relación entre ésta y la presión ambiente. Como en el caso de buceo en altitud, la presión atmosférica es menor que a nivel de mar, es necesario descender menos para incrementar la presión en una cantidad equivalente a la atmosférica, lo que quiere decir que buceando a menos profundidad se alcanza el mismo nivel de saturación, o que si se desciende a la misma profundidad que en el mar la cantidad de nitrógeno absorbido será mayor.

Seguidamente mostramos un ejemplo para que se comprenda mejor. Supongamos que la altitud del lago de montaña es de 2000 m. En ese lugar la presión (ver tabla anexo) la presión atmosférica es de 0.8 ATA, equivalente a 2 metros de columna de agua. Prescindiendo de la densidad del agua (que tiene una influencia casi despreciable), para alcanzar el doble de la presión en superficie habría que descender 8 metros, para alcanzar el triple, 16 metros, y así sucesivamente, es decir 8 metros por cada incremento de presión equivalente a la ambiente, tal y como nos indica la figura.



Por el contrario, en el caso del mar, donde la presión en superficie es 1 ATA, es preciso descender 10 metros para alcanzar el doble de la presión en superficie, 20 metros para el triple y así sucesivamente, esto es, un aumento de 10 metros por cada incremento de presión ambiente.

Si comparamos ambos casos veremos que donde en el lago sólo hacen falta 8 metros en el mar hacen falta 10 metros, lo que indica claramente que a menos metros en el lago tenemos el mismo efecto que en el mar, o que a la misma profundidad la absorción es mayor como hemos comentado.

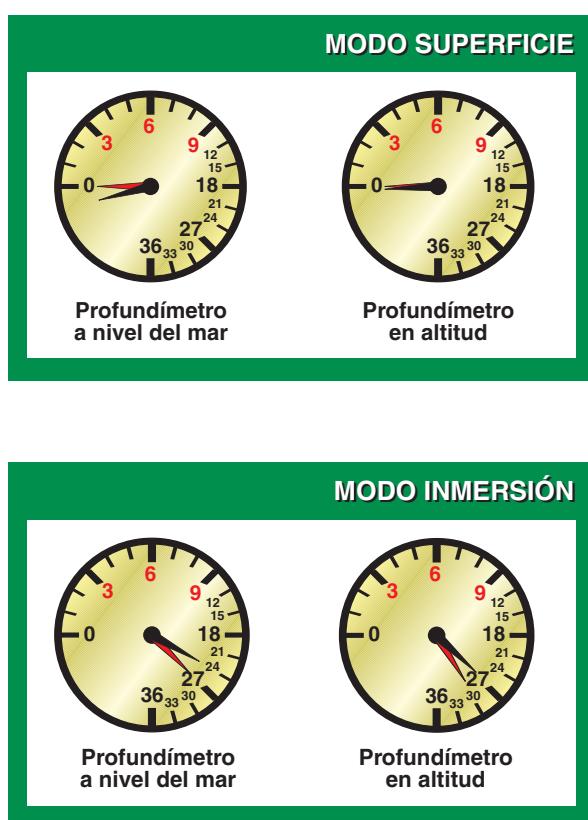
Este ejemplo numérico nos demuestra que, en altitud, la proporción entre las presiones parciales de nitrógeno respirado en inmersión y en superficie es mayor que el mar, para una misma profundidad. Esto es debido a que la "presión de referencia" (la atmosférica) es menor en altitud. Y además, esta razón de proporcionalidad varía de un punto a otro, si tienen cotas de altitud distintas.

Lamentablemente para el buceador en altitud, las tablas de descompresión fueron calculadas teniendo como referencia la presión existente al ni-

vel del mar, y más concretamente, el coeficiente de sobresaturación crítica ("SC") de los tejidos. Recordemos que SC es la proporción máxima admisible entre la tensión de nitrógeno disuelto en un tejido y la presión ambiente a la que está sometido, sin que el tejido sufra lesiones por producción de macroburbujas. Al depender la disolución de un gas en un líquido de la presión a que se le somete (además del tiempo de exposición a dicha presión), es evidente que, en altitud, cada tejido presentará, respecto de las mismas profundidades que en mar, distintas tolerancias a los cambios de presión. Como distintas son las razones de proporcionalidad entre presiones parciales de N₂ de fondo a superficie.

En general, las tablas de descompresión pierden precisión tanto más cuanto menor sea la presión atmosférica (mayor altitud); y para cada valor de presión atmosférica, cuanto mayor sea la profundidad de la inmersión. Por todo lo anterior, no podemos emplear las habituales tablas de descompresión, sin introducir ciertas correcciones. Luego veremos cómo.

b) Influencia sobre la determinación de la profundidad real de la inmersión



Hemos visto ya cuál es la consecuencia más importante del menor valor que presenta la presión ambiental en altitud, pero debemos reparar en otros efectos. Entre ellos uno de los más importantes es la determinación de la profundidad real de la inmersión.

De acuerdo con la ley de Boyle-Mariotte, sabemos que cuando la presión aumenta el volumen de un gas se reduce de manera proporcional; por ello, cuanto mayor sea la presión menor será el volumen. En el caso de las inmersiones en altitud, como partimos de una presión atmosférica menor, el volumen de aire contenido en un compartimento cerrado será, lógicamente, mayor.

Como consecuencia de esto, debemos prestar atención a la medición de aquellas magnitudes registradas por aparatos que se basen en variaciones de presiones o volúmenes, como es el caso de los profundímetros. Algunos de éstos (los del tipo Bourdon y de

membrana) están referidos a la presión de 1 kg/cm², la del nivel del mar. Es decir, al medir la presión absoluta, "presuponen" que 1 kg/cm² es debido a

la acción directa de la atmósfera (presión atmosférica), y el resto, a la columna de agua (presión hidrostática). Este segundo valor se traduce, así, en el correspondiente de profundidad. Una profundidad que resulta errónea, por ser $P_{atm} < 1 \text{ kg/cm}^2$.

Este efecto es fácil de observar en los llamados profundímetros analógicos, los que indican la profundidad mediante una aguja, ya que cuando se comprueba lo que marca el profundímetro en superficie, se puede ver que la aguja está "por debajo" del cero, debido a que al reducirse la presión aumenta el volumen del gas en el interior de la cámara del profundímetro y desplaza la aguja por debajo del cero.

En el caso de los profundímetros digitales, este efecto no suele ocurrir porque únicamente computan la presión hidrostática, es decir sólo tienen en cuenta la presión ejercida por la columna de agua a la profundidad de la inmersión.

En cambio, los profundímetros capilares (o profundímetros Boyle-Mariatte), miden directamente variaciones relativas de volumen de aire, el contenido en un tubo abierto. En este caso, el valor de la presión ambiental no influye en absoluto en el resultado de las mediciones, que serán idénticas, en el mar y en altitud.



c) Influencia sobre el consumo de aire

Otra consecuencia de la menor presión ambiental es la referida al consumo de aire. Al depender éste de la presión absoluta, será necesariamente menor. En efecto, como la cantidad de aire consumido, en litros, nos viene dada por la conocida relación: $C=20xPxt$, donde P es la presión absoluta. Sin embargo, como el consumo real de un buceador debe medirse en gramos de aire (ver Especialidad de Buceo Profundo), el valor del consumo viene, en realidad, dado por la relación: $C= 20 P^2t / RT$ ya que $\rho = P / RT$ siendo ρ la densidad del aire consumido a la presión ambiente. Por tanto, y como la densidad depende, a su vez, de la presión, deberíamos poner:

$$C = 20 Pt = 20nV / RT = 20 P^2t / RT$$

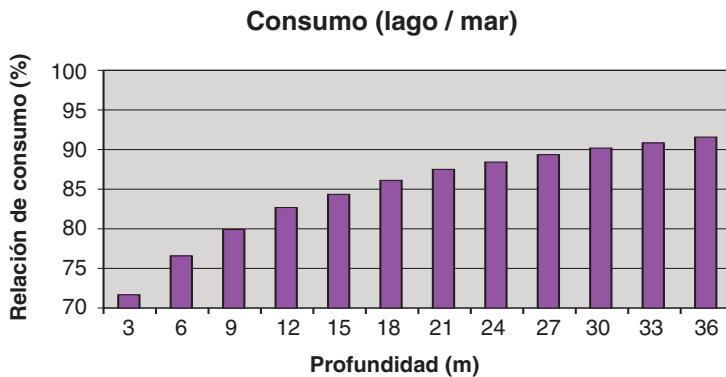


Si comparamos el consumo entre dos inmersiones, una en el mar y otra

en un lago de alta montaña, tendremos:

$$C_{\text{lago}} / C_{\text{mar}} = [20 P_{\text{lago}}^2 / RT] / [20 P_{\text{mar}}^2 / RT] = P_{\text{lago}}^2 / P_{\text{mar}}^2$$

y si la presión en la superficie del lago es, por ejemplo, 0.8 ATA (equivalente a 2000 metros de altitud, aproximadamente), los consumos para diferentes profundidades nos vienen dadas por el siguiente gráfico.



En cualquier caso, el consumo de un buceador bajo hielo raramente es inferior al de un buceador en mar debido, fundamentalmente, a la pérdida de calor, lo que provoca un aumento en el ritmo circulatorio y a su vez en el respiratorio, aunque es difícil evaluar, y depende mucho de la

resistencia del buceador al frío y de la protección que lleve, traje seco, ropa de abrigo en su interior, etc., no es raro que el consumo debido a la pérdida de calor represente hasta un 30% superior a lo normal, lo que compensaría, incluso con creces la reducción por menor densidad del aire.

Asimismo, hay que tener en cuenta que el estado de estrés que se crea, habitual en el buceo bajo hielo, provoca, igualmente, un aumento del consumo que hace que la reducción no exista.

No debemos olvidar

1. Que la disminución de la presión atmosférica provoca que los tejidos se saturen más rápidamente a la misma profundidad.
2. Que bucear en un lago de alta montaña equivale a bucear en el mar, pero a "mayor profundidad" (profundidad ficticia).
3. Que el consumo del buceador disminuye al ser el aire respirado menos denso a igual profundidad.
4. Que el consumo real no se ve reducido ya que hay que tener en cuenta el aumento por pérdidas de calor y estrés, por lo que este consumo suele ser generalmente superior al de inmersiones en el mar a la misma profundidad.

EFFECTOS DE LA SALINIDAD DEL AGUA

Vamos a conocer

1. **Cómo la ausencia de salinidad modifica la flotabilidad del buceador.**
2. **Los efectos nocivos del agua dulce sobre el buceador en caso de ahogamiento.**
3. **Por qué la absorción de la luz por la capa de hielo puede crear desorientación bajo el agua al buceador.**
4. **Cómo podremos ayudar desde superficie a orientarse a un buceador sumergido.**

a) Efectos sobre la densidad y flotabilidad

Salvo raras excepciones, al tratar de aguas interiores lo hacemos con agua dulce (no salada como la del mar), que tiene una densidad menor. Por consiguiente, la presión hidrostática (la debida al peso de la columna de agua) es, en términos relativos, menor. Este efecto se suma al de la presión ambiental, haciendo que en conjunto, la presión absoluta en inmersión sea menor que la equivalente en mar, como ya hemos visto en el apartado anterior. Hay que señalar, no obstante, que la magnitud de esta variación en la presión hidrostática respecto al mar es mínima y, en la práctica, la despreciaremos.

Otra diferencia generada por la diferente densidad es el empuje que experimenta un cuerpo sumergido en agua dulce, el cual es menor que en mar, debido a que el peso del volumen del líquido que desaloja es menor. Apreciamos este efecto en la menor flotabilidad de los cuerpos en esta agua, lo que trae como consecuencia que el lastre que lleva el buceador sea ligeramente superior.

b) Efectos sobre el organismo

Finalmente, a causa de la menor salinidad del agua, en caso de inundación de los alvéolos pulmonares, el fenómeno de ósmosis, traspaso de agua a través de las membranas celulares, para equilibrar la salinidad a ambos lados de éstas, es más acusado, comparado con el agua de mar. Así, el agua de mar tiene una concentración de sales semejante a la de nuestro organismo, y se produciría, relativamente, poco "traspase". En cambio, el agua dulce, claramente menos salada que la de nuestro cuerpo, provocaría un desequilibrio mucho más rápido e irreversible. Por tanto, en caso de ahogamiento en aguas interiores, hay menos margen de tiempo para iniciar una posible reanimación.

EFFECTOS DE LA LUZ

La temperatura. La existencia de hielo implica necesariamente una temperatura del agua muy baja, oscilando entre un máximo de 4°C en el fondo hasta valores próximos a 0°C cerca de la superficie. Aparte del riesgo evidente de hipotermia para el organismo, y otros derivados de éste, conviene señalar que una temperatura muy baja provoca diversos efectos fisiológicos que predisponen al buceador para disolver gases inertes (nitrógeno) en mayor proporción que a temperaturas normales. La única ventaja que presenta la formación de una capa de hielo en la superficie es que actúa como aislante, impidiendo que se congele el agua, por lo que, como ya se ha comentado, el riesgo de congelación estando sumergido es prácticamente inexistente.

La luz bajo hielo. La visión en aguas bajo hielo resulta menos nítida y precisa. La luz atraviesa una capa de hielo, más o menos gruesa, la cual presenta un índice de refracción distinto al del aire y el agua líquida, lo que da lugar a un fenómeno de difusión por refracción, teniéndose la sensación que la luz está difuminada bajo el agua, por lo que al no haber luz directa la orientación se hace muy complicada.. En general, resulta difícil orientarse a la vista si intentamos hacerlo refiriéndonos a la cara inferior de la capa de hielo superficial. Además, ésta no suele ser lisa, sino que presenta irregularidades que acentúan este efecto "desorientador".

Se puede asegurar, sin temor a exagerar, que es prácticamente imposible distinguir, desde el fondo, el agujero de entrada y salida, a menos que nos hallemos a muy poca distancia de aquél.

Sin embargo, en algunas ocasiones podremos encontrar visualmente la salida. Para ello, necesitaremos ayuda del exterior. Si la capa de hielo bajo la que nos encontramos es homogénea, y no muy espesa, es posible percibir las sombras que proyectan los cuerpos al otro lado de la superficie. Basta entonces con trazar sobre ésta círculos concéntricos, alrededor del agujero, o radios convergentes en él. Para materializar estos círculos o radios, se puede, simplemente, extender elementos opacos como alfombras, tierra, o montones de nieve.

No debemos olvidar

1. Que la menor densidad del agua dulce hará que nuestra flotabilidad sea menor y que, por tanto, necesitemos más lastre para equilibrarnos.
2. Que la ausencia de salinidad en el agua puede provocar graves daños en el organismo en caso de ahogamiento por dilución de la sangre.
3. Que en caso de ahogamiento, el auxilio al accidentado debe ser INMEDIATO, y mucho más rápido que en los ahogados en agua salada.

4. Que la forma de ayudar a orientarse a un buceador es colocar objetos como mantas o similares formando un círculo que suele ser bien visible desde abajo.

TEST DE AUTOCONTROL

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

El aumento de presión absoluta cada 10 metros de descenso es el mismo en el mar que en un lago de alta montaña

- A.- Cierto
- B.- Sólo si la presión atmosférica en el lago se mantiene constante
- C.- Únicamente cuando el lago está a menos de 300 metros de altitud
- D.- Siempre

Cuestión nº 2

¿Qué presión atmosférica aproximada tendrás en un lago a 1500 metros de altitud?

- A.- 0.85 ATA
- B.- 0.75 ATA
- C.- 0.65 ATA
- D.- 0.95 ATA

Cuestión nº 3

Si buceas a 20 metros de profundidad en un lago a 2000 m. de altitud, la presión absoluta será de:

- A.- 3 ATA
- B.- 3.2 ATA
- C.- 2.6 ATA
- D.- 2.8 ATA

Cuestión nº 4

Por cada 10 metros de descenso en un lago a 2500 metros de altitud, la presión se incrementa el equivalente a metros de descenso en el mar

- A.- 12.5
- B.- 15.0
- C.- 13.3
- D.- 7.5

Cuestión nº 5

La absorción de nitrógeno en buceo bajo hielo en un lago de alta montaña a la misma profundidad que en el mar:

- A.- Es siempre inferior por ser menor la altitud _____
- B.- Es siempre mayor por ser menor la altitud _____
- C.- Es la misma _____
- D.- No se puede saber sin conocer la profundidad _____

Cuestión nº 6

Una de las precauciones que hay que tener cuando se bucea bajo hielo en un lago de alta montaña es:

- A.- Que el profundímetro marque en centímetros _____
- B.- Que el profundímetro sea de aguja _____
- C.- Que el profundímetro marque cero en superficie _____
- D.- Que el profundímetro lleve doble escala graduada _____

Cuestión nº 7

¿Cuál de los siguientes profundímetros marca correctamente la profundidad en una inmersión bajo hielo en altitud, independientemente de las condiciones en las que se encuentre?:

- A.- El de aguja _____
- B.- Los digitales _____
- C.- El capilar _____
- D.- Los dos anteriores _____

Cuestión nº 8

El aumento de consumo en una inmersión bajo hielo debido al frío puede llegar a ser hasta un superior al de buceo en mar para la misma profundidad.

- A.- 10% _____
- B.- 20% _____
- C.- 30% _____
- D.- 40% _____

Cuestión nº 9

El ahogamiento en agua dulce:

- A.- Permite que se pueda empezar a actuar más tarde debido a la congelación del ahogado _____
- B.- Es igual de grave que en agua salada _____
- C.- Sólo permite que se atienda al buceador después de haberle descongelado _____
- D.- Permite menos tiempo de reacción que en agua salada _____

Cuestión nº 10

La cubierta de hielo en superficie produce:

- A.- Un mayor contraste de las imágenes bajo el agua
- B.- Una absorción total de la luz
- C.- Un efecto de desorientación por difusión de la luz
- D.- La absorción de los colores llamados vivos (rojo, naranja y amarillo)

RESPUESTAS AL TEST DE AUTOCONTROL

- | | |
|-------|--------|
| 1.- D | 6.- C |
| 2.- A | 7.- D |
| 3.- D | 8.- C |
| 4.- C | 9.- D |
| 5.- B | 10.- C |

AUTO-EVALUACIÓN

Seguidamente, se proporcionan las respuestas correctas al ejercicio de autocontrol para la auto-evaluación por parte del propio alumno. Para una correcta auto-evaluación la siguiente tabla nos indica los baremos de evaluación del Test de Autocontrol.

Nº de respuestas acertadas	Evaluación	
9-10	APTO	Óptimo
7-8		Bien
5-6	NO APTO	Debe mejorar
3-4		Repasar el tema
< 3		Volver a estudiar el tema completamente

Capítulo 6

Cálculo de inmersiones en altitud para buceo bajo hielo

Finalmente, y con objeto de proporcionar al futuro buceador bajo hielo una completa y sólida formación, se explicará la forma de determinar la descompresión en inmersiones en altitud, que son el entorno en el que se van a desarrollar las inmersiones bajo hielo, de manera que, aunque FEDAS desaconseja entrar en descompresión, el buceador bajo hielo disponga de los conocimientos necesarios para poder garantizar su seguridad en caso que ello ocurra.



CÁLCULO DE INMERSIONES EN ALTITUD

Vamos a conocer

1. *Cómo se calcula la descompresión en inmersiones en altitud mediante el uso de las tablas.*
2. *Cómo debemos corregir el coeficiente de sobresaturación crítica para inmersiones en altitud sin aclimatación previa.*
3. *Cómo se determina el coeficiente de sobresaturación crítica (CS) para inmersiones en altitud.*

Correcciones a las tablas

Ya se adelantó que las tablas de descompresión usadas normalmente están calculadas para el buceo en el mar. Debido a la diferencia de presiones atmosféricas en uno y otro lugar, no debemos emplearlas para el cálculo de inmersiones en altitud. Para poder hacerlo, es preciso introducir una serie de correcciones, que afectaran principalmente a las profundidades y a la velocidad de ascenso.

Profundidades real y ficticia

Al calcular la descompresión, interesa conocer, no la diferencia absoluta de presiones entre el fondo y la superficie ($P_{abs} - P_{atm}$), sino el cociente entre ambas (P_{abs}/P_{atm}). Para poder emplear las tablas normales de descompresión, será preciso mantener la proporcionalidad de dicha relación $P_{abs} - P_{atm}$. Para ello, introduciremos una corrección a la profundidad. Consistirá en hallar a qué valor de profundidad equivaldría en mar la profundidad a la que trabajamos en altitud. Llamaremos a ésta "Profundidad Real" (**P.R.**), es decir, profundidad de sonda a la que realmente desciende el buceador (en inmersiones en altitud). Y llamaremos "Profundidad Ficticia" (**P.F.**) a la profundidad equivalente en mar, es decir, aquélla a la que habría que descender en mar para producir los mismos efectos de saturación que la **P.R.** en altitud.

El cálculo de la profundidad en inmersiones en altitud se realiza de la forma que ya hemos visto dentro del curso B2E

$$\frac{\text{profundidad teórica en el mar}}{\text{profundidad real en el lago}} = \frac{\text{presión a nivel del lago}}{\text{presión a nivel del mar}}$$

es decir que bucear a una profundidad de 20 metros en un lago donde la presión atmosférica es de 0.8 ATA, equivaldría a bucear a una profundidad de:

$$\text{profundidad teórica en el mar} = 20 \cdot \frac{1}{0.8} = 25 \text{ m.}$$

Velocidad de ascenso

Para que un ascenso no provoque peligro de sobresaturación, es preciso que no se rebase cierto límite: el GS, es decir, la relación entre la tensión de N2 disuelto en un tejido y la presión parcial ambiental del N2 contenido en la mezcla respirada.

Para mantener esta proporcionalidad es preciso corregir la velocidad de ascenso prevista en las tablas normales (que es de 9 m/min) por el mismo factor de proporcionalidad entre presiones ambientales. Así, la velocidad de ascenso en una inmersión en altitud con una Patm será:

$$V = 9 \text{ m/min.} [P_{\text{atm}} \text{ (alt.)} / P_{\text{atm}} \text{ (mar)}]$$

Que para el caso de la inmersión en un lago con presión atmosférica 0.8 ATA, daría:

$$V = 9 \text{ m/min.} [0.8/1] = 7.2 \text{ m/min.}$$

Coeficiente de sobresaturación

Antes de iniciar una inmersión en altitud, es preciso conocer el estado de saturación del buceador. Se considera que pasadas 12 horas después de la última inmersión los tejidos vuelven a alcanzar el estado de saturación, es decir, no se disuelve ni se libera N2. Si el buceador se ha trasladado al lugar de la inmersión, procedente de una altitud menor que la actual, y el intervalo ha sido inferior a 12 horas, habrá tejidos que estarán todavía en proceso de desaturación. En consecuencia, la permanencia en el lugar anterior (de menor altitud) tiene el mismo efecto que una inmersión previa; la primera inmersión que tenga lugar habrá que considerarla como sucesiva, pues el organismo del buceador tendrá todavía nitrógeno residual.

El coeficiente de sobresaturación se calcula con la relación de proporcionalidad inversa a las de las profundidades y velocidad de ascenso:

$$CS = P_p [N_2 \text{ (mar)}] / P_p [N_2 \text{ (alt.)}] = P_{\text{atm}} \text{ (mar)} / P_{\text{atm}} \text{ (alt.)}$$

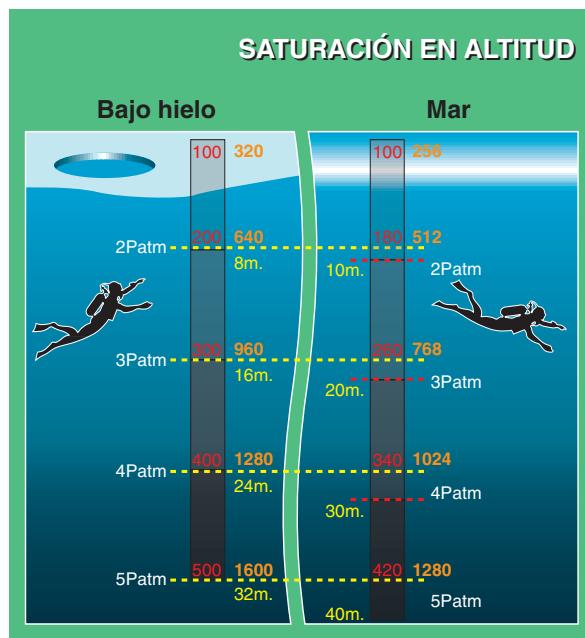
es decir, que un tejido con CS=2.56 para inmersiones en el mar tendría un CS = 2.56x1/0.8 = 3.20

El principal efecto que tiene el aumento del CS es que el margen para alcanzar el nivel de sobresaturación crítica es mayor en inmersiones en altitud, aunque los tejidos se saturen más rápidamente a la misma profundidad.

Ejemplo

El siguiente ejemplo nos ilustra esta aparente singularidad, que un tejido se sature más rápido y que, sin embargo, su margen de seguridad sea mayor al mismo tiempo.

Supongamos que vamos a realizar una inmersión en un lago de alta montaña con presión atmosférica de 0.8 ATA a una profundidad de 20 metros. Si elegimos un tejido de coeficiente 2.56 para el mar la situación sería la siguiente:



donde se puede observar (valores en rojo sobre la columna central oscura), que para la misma profundidad el tejido en el lago contiene mayor nivel de nitrógeno que en el mar, pero que sus límites (valores en naranja a la derecha de la columna) son también superiores.

MANEJO DE TABLAS

Existen unas tablas que nos proporcionan los datos que hemos aprendido a calcular. Con su manejo podremos obtener las profundidades teóricas con las que entrar en las tablas de descompresión, que ya estamos habituados a manejar.

Igualmente, obtendremos la profundidad real de las paradas de descompresión, que también se verán afectadas por el factor de corrección de la relación de proporcionalidad entre presiones ambientales.

Profundidad teórica

Se entra en la primera columna ("Profundidad real de la inmersión en metros"), y se toma la fila correspondiente al valor de profundidad buscado. Si no coincide exactamente con ninguno de los valores existentes, se to-

mará el inmediato superior. A continuación se selecciona la columna correspondiente a la "Altitud en el lugar de la inmersión en metros", tomando el valor que corresponda, o el inmediato superior. De la intersección de 1a fila correspondiente a la profundidad real y la columna de altitud se obtiene la "Profundidad teórica de la inmersión en metros". Este es el valor de la profundidad con que deberemos entrar en la tabla de descompresión normal con aire. Como si de una inmersión en mar se tratara, se debe mayorar cuanto sea necesario (por aguas frías o trabajo duro), con independencia de los cálculos previos de la profundidad.

Tabla de profundidad teórica para inmersiones en altitud:

PROFOUNDIDAD REAL DE LA INMERSIÓN	TABLA V. PROFUNDIDAD TEÓRICA PARA INMERSIONES EN ALTITUD									
	ALTITUD EN EL LUGAR DE LA INMERSIÓN									
	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
3	3	3	3	4	4	7	4	4	4	5
6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	9
9	9	10	10	11	11	11	12	12	13	13
12	12	13	14	14	15	15	16	16	17	18
15	16	16	17	18	18	19	20	20	21	22
18	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35
27	28	30	31	32	33	34	35	37	38	40
30	31	33	34	35	37	38	40	41	43	44
34	35	36	37	39	40	42	43	45	47	49
37	38	39	41	42	44	45	47	49	51	53
40	41	43	44	46	48	49	51	53	55	58
43	44	46	48	50	51	53	55	57	59	62
46	47	49	51	53	55	57	59	62	64	66
49	51	52	54	56	59	61	63	66	68	71
52	54	55	58	60	62	65	67	69	72	75
55	57	59	61	63	66	68	71	74	76	80
58	60	62	65	67	69	72	75	78	81	84
61	63	66	68	70	73	76	79	82	85	88
64	66	69	71	74	77	80	83	86	89	93
67	69	72	75	77	80	84	87	90	94	97
70	73	75	78	81	84	87	91	94	99	102
73	76	79	81	84	88	91	94	98	102	106
76	79	82	85	88	91	96	98	102	106	111

Profundidad real de paradas de descompresión

Tabla de profundidad real de las paradas de descompresión para inmersiones en altitud:

PROFOUNDIDAD TEÓRICA DE LAS PARADAS	TABLA VI. PROFUNDIDAD REAL DE LAS PARADAS DE DESCOMPRESIÓN PARA INMERSIONES EN ALTITUD									
	ALTITUD EN EL LUGAR DE LA INMERSIÓN									
	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	3000
3	3	3	3	3	2,5	2,5	2,5	2	2	2
6	6	6	5,5	5	5	5	4,5	4,5	4	4
9	9	8,5	8	8	7,5	7,5	7	6,5	6,5	6,5
12	12	11	11	10,5	10	10	9,5	9	9	8,5

Si la inmersión calculada requiere paradas de descompresión, se nos planteará el mismo problema que antes, pero a la inversa, es decir, las profundidades marcadas se refieren al nivel del mar, y sus efectos no serán iguales que las mismas en altitud. Para corregir este efecto, se utiliza la tabla de profundidad real.

Se entra en la columna de "Profundidad teórica de las paradas según Tabla I", y seleccionamos la fila que corresponda. A continuación, la altitud, como en la tabla anterior. De la intersección de ambas se obtiene la profundidad real. Esta será siempre igual o menor que la profundidad teórica.

Ejemplo

Supongamos que hemos realizado una inmersión a 28 metros de profundidad durante 32 minutos en un lago de alta montaña situado a 1900 metros de altitud.

De acuerdo con la tabla de corrección de profundidades, la profundidad equivalente para el mar, "profundidad ficticia" será de 40 metros (se ha tomado una profundidad de tablas de 30 metros y una altitud de tablas de 2100 metros para mayorar los valores).

Con este dato y el tiempo real, 32 minutos, y utilizando las tablas de aire (40 minutos a 42 metros), tenemos:

*2 minutos a 9 metros
16 minutos a 6 metros
26 minutos a 3 metros*

Ahora se corrige la profundidad para las paradas de descompresión, utilizando la tabla de profundidad real de paradas para inmersiones en altitud, lo que nos da:

*2 minutos a 7 metros
16 minutos a 4.5 metros
26 minutos a 2.5 metros*

Como se puede comprobar, es preciso llevar un profundímetro que sea capaz de marcar los medios metros para poder realizar las paradas a las cotas indicadas.

NOTA MUY IMPORTANTE: El ejemplo anterior es solamente ilustrativo, y en modo alguno presupone que el buceo bajo hielo permita descompresiones tan duraderas como la obtenida. FEDAS recomienda el NO REALIZAR DESCOMPRESIÓN en ningún caso.

Calculo de inmersiones sin aclimatación

Si inmediatamente después del ascenso llevamos a cabo la inmersión, tendremos que tener además de lo dicho para la inmersión en altitud que el coeficiente de saturación o grupo de inmersión sucesiva es superior a uno (1) al igual que cuando se ha realizado una inmersión sencilla.

Es sabido que el cuerpo humano se satura de N₂ completamente en el plazo de 12 horas. Pues bien, si la inmersión en altitud precedida de ascenso rápido se realiza antes de terminado el plazo de 12 horas de permanencia a esa altitud, entonces la inmersión se tabulará como sucesiva.

Ejemplo: Un grupo de buceadores realiza una inmersión en un ibón de montaña a 1400 mts de altitud. Una vez en el lugar de la inmersión per-

manecen 2 horas en superficie, tras lo cual efectúan una inmersión a 25 m. con un tiempo en el fondo de 35 minutos (aguas frías). Calculemos la inmersión.

La presión atmosférica a 1400 m. es de 0.848 atmósferas (consultar la tabla del anexo)

Suponiendo un CS de 1 para un tejido patrón, al llegar al ibón el Coeficiente de Saturación será:

$C = 1/0.848 = 1.179$, que equivale a un coeficiente D en el Grupo de Inmersiones Sucesivas (ver tabla al final del capítulo)

Pasadas las 2 horas el nuevo coeficiente será:

$$D \xrightarrow[\text{Tras 2 horas}]{} C$$

TABLA IV

Calculamos ahora la profundidad teórica a 1400 m.

Profundidad teórica = Profundidad real x (presión en el mar/presión en el lago) = $25 \times 1/0.848 = 29.5$ m. = 30 metros, ya que se redondea siempre por exceso.

A continuación se calcula el TNR (tiempo de nitrógeno residual), utilizando para ello la profundidad teórica de 30 m., de donde se obtiene:

Grupo de inmersión sucesiva C TABLA V $\longrightarrow 10'$

Lo que nos da un tiempo equivalente de $35' + 10' = 45$ minutos

Luego se tendría que entrar en tabla II con una inmersión a 30 m. de 50 minutos, al no estar tabulado el tiempo de 45 minutos. Ahora bien, debemos introducir un factor de seguridad por aguas frías incrementando el tiempo de inmersión al siguiente valor tabulado, esto es 60 minutos, resultando unas paradas de descompresión de:

18 minutos a 6 m.

36 minutos a 3 m.

Procedemos, a continuación a calcular la profundidad real de las paradas:

$$p_1 = 6 \times 0.848 = 5.1 \text{ m.}$$

$$p_2 = 3 \times 0.848 = 2.6 \text{ m.}$$

es decir, que las paradas serían:

18 minutos a 5.1 metros

36 minutos a 2.6 metros

si utilizamos un profundímetro digital con lectura de décima de metro, o bien:

18 minutos a 5 metros

36 minutos a 2.5 metros

si el profundímetro es analógico y no da lectura mas que de medio en medio metro.

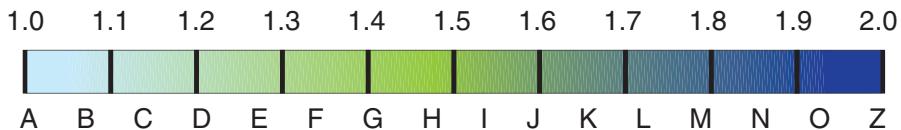
Cálculo del grupo de inmersión sucesiva

Como bien sabemos, el grupo de inmersión sucesiva señala el excedente de N_2 disuelto en sangre y tejidos debido a una disminución de la presión ambiente, es decir, es el coeficiente de saturación "C", también conocido como grupo de Nitrógeno residual.

$$C = \frac{T_{n2} \text{ (del organismo)}}{P_{n2} \text{ (en saturación a nivel del mar)}}$$

El coeficiente de Inmersiones sucesivas ocupa la ultima columna de la tabla II y III expresadas mediante 16 letras (A, B, C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,Z) en el sistema americano y mediante factores numéricos, del 1 al 2, en el sistema francés, es decir, la A equivaldría al 1 y la Z al 2.

Este factor, es de vital importancia para el calculo de inmersiones sucesivas, se determina mediante el siguiente gráfico:



No debemos olvidar

1. Que para inmersiones en altitud no hay tablas de descompresión específicas.
2. Que para determinar la descompresión en inmersiones en altitud hay que usar las tablas normales de aire corrigiendo previamente la profundidad.
3. Que para determinar la profundidad real de las paradas de descompresión es necesario realizar una corrección en función de la altitud del lugar.
4. Que cuando se realiza una inmersión sin aclimatación previa, la inmersión es como si fuera una sucesiva.
5. Que en este caso hay que determinar el coeficiente de sobresaturación crítica para la altitud del lugar.
6. Que el cálculo del TNR se realiza con el valor del CS para la altitud del lugar.

TEST DE AUTOCONTROL

Ejercicio nº 1

Supongamos que hemos realizado una inmersión a 23 metros de profundidad durante 28 minutos en un lago de alta montaña situado a 2150 metros de altitud. Determinar las paradas de descompresión.

Ejercicio nº 2

Supongamos que hemos realizado una inmersión a 22 metros de profundidad durante 31 minutos en un lago de alta montaña donde la presión atmosférica es de 950 mb. Determinar las paradas de descompresión.

Ejercicio nº 3

Un grupo de buceadores realiza una inmersión en un ibón de montaña a 1700 m. de altitud. Una vez en el lugar de la inmersión permanecen 1.5 horas en superficie, tras lo cual efectúan una inmersión a 26 m. con un tiempo en el fondo de 29 minutos (aguas frías). Calcular la inmersión.

RESPUESTAS AL TEST DE AUTOCONTROL

Solución Ejercicio nº 1

De acuerdo con la tabla de corrección de profundidades, la profundidad equivalente para el mar, “profundidad ficticia” será de 33 metros (se ha tomado una profundidad de tablas de 24 metros y una altitud de tablas de 2400 metros para mayorar los valores).

Con este dato y el tiempo real, 28 minutos, y utilizando las tablas de aire (30 minutos a 33 metros), tenemos:

7 minutos a 3 metros

Ahora se corrige la profundidad para las paradas de descompresión, utilizando la tabla de profundidad real de paradas para inmersiones en altitud, lo que nos da:

7 minutos a 2 metros

Solución Ejercicio nº 2

De acuerdo con la fórmula para calcular la profundidad equivalente en el mar tenemos:

$$\text{profundidad teórica en mar} = \text{profundidad real en lago} \cdot \frac{\text{presión a nivel del mar}}{\text{presión a nivel del lago}}$$

luego:

$$\text{profundidad teórica en mar} = 22 \frac{1013}{950} = 23.5 \text{ m.}$$

Con este dato y el tiempo real, 31 minutos, y utilizando las tablas de aire (40 minutos a 24 metros), comprobamos que no hay que hacer paradas de descompresión.

Solución Ejercicio nº 3

La presión atmosférica a 1700 m. es de 0.813 atmósferas (consultar la tabla del anexo)

Suponiendo un CS de 1 para un tejido patrón, al llegar al ibón el Coeficiente de Saturación será:

$CS = 1/0.813 = 1.23$, que equivale a un coeficiente F en el Grupo de Inmersiones Sucesivas (ver tabla al final del capítulo)

Pasadas las 2 horas el nuevo coeficiente será:

$$\begin{array}{ccc} & \text{TABLA III} & \\ F & \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} & D \\ & \text{Tras 1,5 horas} & \end{array}$$

Calculamos ahora la profundidad teórica a 1700 m.

Profundidad teórica = Profundidad real x (presión en el mar/presión en el lago) = $26 \times 1/0.813 = 32 \text{ m.}$

A continuación se calcula el TNR (tiempo de nitrógeno residual), utilizando para ello la profundidad teórica de 30 m., de donde se obtiene:

Grupo de inmersión sucesiva D TABLA IV $\longrightarrow 14'$

Lo que nos da un tiempo equivalente de $29' + 14' = 43 \text{ minutos}$

Luego se tendría que entrar en tabla I con una inmersión a 33 m. de 50 minutos, al no estar tabulada el tiempo de 45 minutos. Ahora bien, debemos introducir un factor de seguridad por aguas frías incrementando el tiempo de inmersión al siguiente valor tabulado, esto es 60 minutos, resultando unas paradas de descompresión de:

18 minutos a 6 m.

36 minutos a 3 m.

Procedemos, a continuación a calcular la profundidad real de las paradas:

$$p_1 = 6 \times 0.813 = 4.87 \text{ m.}$$

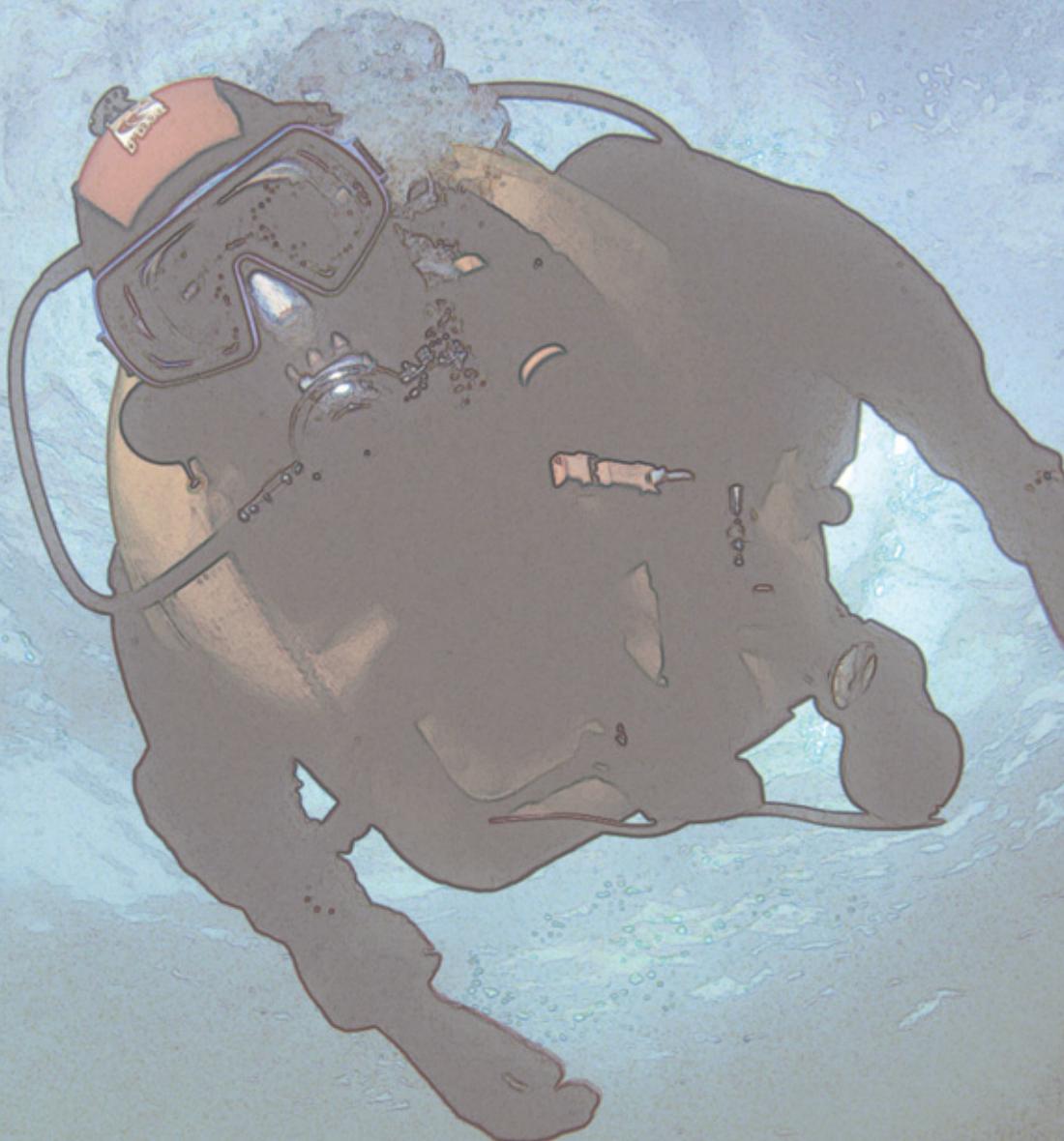
$$P_2 = 3 \times 0.813 = 2.44 \text{ m.}$$

es decir, que las paradas serían:

18 minutos a 5 metros

36 minutos a 2.5 metros

Test final



TEST DE EVALUACIÓN CAPÍTULO DOS

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

El traje seco deberá ir de aire antes de comenzar la inmersión.

- A.- Totalmente lleno
- B.- Medio lleno
- C.- Ligeramente lleno
- D.- Totalmente vacío

Cuestión nº 2

¿Es conveniente en el hielo la utilización del traje seco para compensar la flotabilidad?

- A.- No
- B.- Si
- C.- Sólo si no se lleva chaleco compensador de flotabilidad
- D.- Sólo en inmersiones de corta duración

Cuestión nº 3

Se puede hacer una inmersión de reconocimiento sin cabo guía.

- A.- Sólo si ya se conoce el lugar
- B.- Sí, siempre que se vaya por parejas
- C.- Sólo si nos van siguiendo por superficie y buceamos a poca profundidad
- D.- Nunca

Cuestión nº 4

Si fueras a entrar por un agujero triangular deberías hacerlo por:

- A.- El centro de cualquiera de los lados
- B.- El centro del lado más corto
- C.- Cualquiera de los vértices
- D.- El vértice que se encuentre más cerca de la orilla

Cuestión nº 5

¿Qué valoraremos a la hora de elegir un traje seco?

- A.- Su ligereza
- B.- Su estanqueidad
- C.- El grosor
- D.- La existencia de dobles manguitos en muñecas y tobillos

Cuestión nº 6

¿Qué hay que hacer antes de comenzar la inmersión en buceo bajo hielo?

- A.- Trazar el rumbo
- B.- Sujetarse el cabo-guía a la anilla del jacket
- C.- Comprobar el regulador
- D.- A y B, pero no C

Cuestión nº 7

Uno de los problemas más serios buceando bajo hielo es:

- A.- Perder el rumbo
- B.- La inundación del traje
- C.- Que la válvula de hinchado del traje se dispare
- D.- Todo lo anterior

Cuestión nº 8

Antes de preparar el equipo para la inmersión, qué debemos hacer en primer lugar:

- A.- Comprobar el parte meteorológico
- B.- Montar un botiquín de campaña contra congelaciones
- C.- Comprobar el espesor del hielo
- D.- Estivar el material adecuadamente en la orilla

Cuestión nº 9

La utilización de motosierras es adecuada:

- A.- Sólo si la nieve es virgen
- B.- Cuando no hay nieve
- C.- Cuando sólo hay hielo sólido
- D.- Cuando el espesor de la capa de hielo es mayor de 25 cm.

Cuestión nº 10

La principal ventaja de usar pico y pala es que:

- A.- El agujero se puede hacer más grande
- B.- Se puede utilizar con mayores espesores de la capa de hielo
- C.- Evita el "efecto soldadura"
- D.- Impide que se fracture la capa de hielo

TEST DE EVALUACIÓN CAPÍTULO TRES

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

Un buen método para determinar el espesor del hielo es:

- A.- Por su tonalidad
- B.- Por el granulado
- C.- Por la consistencia de la nieve que hay encima
- D.- Todos los anteriores

Cuestión nº 2

¿Qué forma tendremos para determinar que el hielo es demasiado fino para caminar sobre él?

- A.- Midiendo su espesor con una barra
- B.- Observando si las orillas están desheladas
- C.- Comprobando la transparencia del mismo
- D.- Perforando un agujero pequeño a 1 metro de la orilla

Cuestión nº 3

El espesor mínimo ideal para desplazarse sobre el hielo y practicar un agujero es:

- A.- 10 cm.
- B.- 15 cm.
- C.- 20 cm.
- D.- 25 cm.

Cuestión nº 4

¿Qué zonas delimitan los alrededores del agujero en buceo bajo hielo?:

- A.- La zona de entrada y la de salida
- B.- La zona de entrada y la de seguridad
- C.- La zona de estiba y la de seguridad
- D.- La zona de entrada, la de estiba y la de seguridad

Cuestión nº 5

¿Qué no debe hacerse en la zona de seguridad?:

- A.- Colocar material
- B.- Acumular mucho peso
- C.- Situar al personal de apoyo
- D.- Estar más de 2 buceadores

Cuestión nº 6

¿Qué personas son imprescindibles en buceo bajo hielo?

- A.- El jefe de grupo
- B.- El jefe de superficie
- C.- El jefe de seguridad
- D.- A y B, pero no C

Cuestión nº 7

Si bucean dos parejas deberán usar:

- A.- El mismo cabo-guía _____
- B.- Un cabo-guía cada pareja _____
- C.- Un cabo-guía cada buceador _____
- D.- Un cabo-guía el jefe de grupo y otro el buceador que cierra el grupo _____

Cuestión nº 8

El cordino deberá tener una longitud de:

- A.- 1 metro _____
- B.- 1.5 metros _____
- C.- 2 metros _____
- D.- 2.5 metros _____

Cuestión nº 9

Si estando en superficie notas varios tirones, significa:

- A.- Emergencia _____
- B.- Continuamos un poco más _____
- C.- Iniciamos el regreso _____
- D.- Debemos hacer una parada de seguridad _____

Cuestión nº 10

Un serrucho de hoja ancha:

- A.- Permite que el agujero se pueda hacer más grande _____
- B.- Se puede utilizar con mayores espesores de la capa de hielo _____
- C.- Evita el “efecto soldadura” _____
- D.- Impide que se fracture la capa de hielo _____

TEST DE EVALUACIÓN CAPÍTULO CUATRO

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

¿A partir de qué valor de la TCC se empieza a producir hipotermia?

- A.- 36.5 °C
- B.- 36 °C
- C.- 35.5 °C
- D.- 35 °C

Cuestión nº 2

El mayor riesgo de hipotermia para el personal de apoyo en superficie proviene de

- A.- Las corrientes de aire o viento
- B.- La baja temperatura ambiental
- C.- La alta humedad del ambiente
- D.- Todo lo anterior

Cuestión nº 3

Estando sumergidos y con un traje seco, ¿cuál de las siguientes formas de pérdida de calor es la más importante?

- A.- Radiación
- B.- Evaporación
- C.- Conducción
- D.- Convección

Cuestión nº 4

¿Cuál es el primer mecanismo que usa nuestro cuerpo en las situaciones de hipotermia para evitar la pérdida de calor?

- A.- Cierre de los vasos sanguíneos de la piel
- B.- Supresión del sudor
- C.- Producción de escalofríos
- D.- Incremento del metabolismo celular

Cuestión nº 5

Si un buceador muestra síntomas de temblores continuos, está sufriendo de:

- A.- Hipotermia leve
- B.- Hipotermia moderada
- C.- Hipotermia grave
- D.- Colapso circulatorio por hipotermia

Cuestión nº 6

¿Cuál de las siguientes acciones deberemos realizar en caso de hipotermia?

- A.- Introducir rápidamente al buceador en agua caliente entre 40°C y 44°C
- B.- Proporcionarle bebidas calientes no alcohólicas
- C.- Trasladarle a un lugar caliente y al abrigo del viento
- D.- Todo lo anterior

Cuestión nº 7

La mejor forma de prevenir la hipotermia es:

- A.- Usar trajes secos con calefacción incorporada
- B.- Llevar ropa de abrigo bien ceñidas bajo el traje para evitar la convección
- C.- Evitar bucear justo debajo del hielo donde el agua está más fría
- D.- Reducir el tiempo de inmersión a un máximo de 20 minutos

Cuestión nº 8

La congelación puede afectar:

- A.- Tanto al buceador como al personal de superficie
- B.- Únicamente al buceador
- C.- Únicamente al personal de superficie
- D.- Al buceador sólo si la temperatura del agua está por debajo de 0°C

Cuestión nº 9

Ante una congelación deberemos:

- A.- Trasladar al accidentado a un centro de reanimación inmediatamente
- B.- Proceder a frotar la parte afectada con nieve
- C.- Colocar mantas térmicas sobre la zona afectada durante al menos 2 horas
- D.- Introducir al accidentado en un baño de agua caliente

Cuestión nº 10

Una persona sufre un resbalón en una plancha de hielo y se tuerce el tobillo. Ante la sospecha de que lo tenga fracturado inmovilizaremos:

- A.- La pierna entera
- B.- De la rodilla para abajo
- C.- El pie, el tobillo y la parte baja de la pierna
- D.- Solamente el tobillo

TEST DE EVALUACIÓN CAPÍTULO CINCO

(Marca con una X la contestación correcta. Las soluciones están al final del capítulo)

Cuestión nº 1

Para duplicar la presión en un lago de alta montaña a 2000 metros de altitud es necesario descender:

- A.- 20 metros
- B.- 12 metros
- C.- 10 metros
- D.- 8 metros

Cuestión nº 2

La presión atmosférica disminuye aproximadamente por cada 1000 metros de altitud

- A.- 0.1 ATA
- B.- 0.15 ATA
- C.- 0.2 ATA
- D.- 0.25 ATA

Cuestión nº 3

¿Cuál es el límite de profundidad (por presión absoluta) en un lago a 2500 metros de altitud si en mar es de 30 metros?:

- A.- 27.5 metros
- B.- 29.75 metros
- C.- 30.25 metros
- D.- 32.5 metros

Cuestión nº 4

¿Cuál es el límite de profundidad (por descompresión) en un lago a 2500 metros de altitud si en mar es de 30 metros?:

- A.- 27.5 metros
- B.- 25 metros
- C.- 22.5 metros
- D.- 20 metros

Cuestión nº 5

La absorción de nitrógeno en buceo bajo hielo en un lago de alta montaña:

- A.- Es siempre proporcional a la altitud
- B.- Es siempre proporcional a la profundidad
- C.- Es siempre proporcional a la presión atmosférica
- D.- Todas las anteriores

Cuestión nº 6

La absorción de nitrógeno en buceo bajo hielo en un lago de alta montaña a igual profundidad que en el mar:

- A.- Es mayor que en el mar porque la temperatura del agua es más baja
- B.- Es menor que en el mar porque la presión atmosférica es menor
- C.- Es menor que en el mar porque el aumento de presión relativa es mayor
- D.- Se mantiene constante porque sólo depende de la profundidad

Cuestión nº 7

¿Qué requisito debe cumplir un buen profundímetro para buceo bajo hielo?:

- A.- Que corrija la profundidad en función de la temperatura
- B.- Que permita realizar correcciones de profundidad durante la inmersión
- C.- Que pueda marcar tanto la profundidad absoluta como la relativa
- D.- Que permita ajustarlo a cero en superficie de manera manual o automática

Cuestión nº 8

Si tu consumo normal es de 15 litros por minuto en el mar, ¿qué consumo debes calcular como máximo para una inmersión bajo hielo en un lago si la temperatura del agua es muy fría?

- A.- 30 litros por minuto
- B.- 25 litros por minuto
- C.- 20 litros por minuto
- D.- Los mismos 15 litros por minuto

Cuestión nº 9

La peligrosidad de ahogarse en agua dulce se debe a:

- A.- Que el agua fría bloquea los músculos respiratorios
- B.- Que las vías respiratorias quedan contraídas y el aire no puede entrar
- C.- Que el agua fría provoca espuma que bloquea el paso del aire
- D.- Que el agua provoca un fenómeno de ósmosis diluyendo la sangre

Cuestión nº 10

La difusión de la luz por el hielo:

- A.- Permite que los objetos se distingan mejor bajo el agua
- B.- Impide la lectura de los aparatos sin luz artificial
- C.- No permite distinguir el agujero de entrada desde el fondo
- D.- Evita que los buceadores puedan verse a más de 1 metro de distancia

TEST DE EVALUACIÓN CAPÍTULO SEIS

Ejercicio nº 1

Supongamos que hemos realizado una inmersión a 25 metros de profundidad durante 37 minutos en un lago de alta montaña situado a 1540 metros de altitud. Determinar las paradas de descompresión.

Ejercicio nº 2

Supongamos que hemos realizado una inmersión a 28 metros de profundidad durante 22 minutos en un lago de alta montaña donde la presión atmosférica es de 870 mb. Determinar las paradas de descompresión.

Ejercicio nº 3

Un grupo de buceadores realiza una inmersión en un ibón de montaña a 2300 m. de altitud. Una vez en el lugar de la inmersión permanecen 2.5 horas en superficie, tras lo cual efectúan una inmersión a 29 m. con un tiempo en el fondo de 26 minutos (aguas frías). Calcular la inmersión.

Manual del aluminio



El presente libro está dirigido a todos aquellos buceadores que quieran explorar el **Buceo bajo hielo** y representa el texto oficial de la Especialidad dentro del Plan de Formación adoptado por la **Federación Española de Actividades Subacuáticas (F.E.D.A.S.)**.

Este manual desarrolla, de la forma más sencilla y completa posible, los nuevos conocimientos que se deben adquirir para llevar a cabo el **Buceo bajo hielo** con seguridad. La obra ha sido realizada por la **Escuela Nacional de Buceo Deportivo (E.N.B.A.D.)** de acuerdo con los estándares de la **Confederación Mundial de Actividades Subacuáticas (C.M.A.S.)**