

# administración de oxígeno

## 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).**





### **3ª edición, 2010**

*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.*

© **2003 FEDAS**, Federación Española de Actividades Subacuáticas  
Santaló, 15, 3º - 08021 BARCELONA  
Impreso en España - Printed in Spain  
Imprime: Sea Gráfico S.L.  
**Depósito legal:** B-19114-04

Documentación y textos: José Antonio Andrés García  
Médico. Instructor 3-Estrellas - nivel 6, FEDAS  
Emilio Salas Pardo  
Médico. Especialista en Medicina Subacuática e Hiperbárica

Revisión y actualización 3ª edición: Agustí Ruíz Caballero  
Departamento Médico FEDAS

Maquetación: Quique Sánchez (QQ)  
Diseño Maqueta: Quique Sánchez (QQ)  
Fotografías: Material fotográfico de FEDAS.  
Gráficos: LifeART ©, Corel ©, Ambu ©. Juan Manuel Torreira Meneses.

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

**Curso de Administración  
de Oxígeno**

**Manual del alumno**





# Índice

## INTRODUCCIÓN

|   |    |
|---|----|
| <i>Introducción</i> .....                           | 9  |
| <i>¿Cómo va a ser el curso?</i> .....               | 9  |
| <i>¿Qué necesitas para realizar el curso?</i> ..... | 10 |
| <i>¿Cómo vamos a trabajar?</i> .....                | 10 |

## CAPÍTULO 1

|  |    |
|--|----|
| <b><i>Recuerdo anatómico y funcional</i></b> ..... | 11 |
|--|----|

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| <i>La respiración</i> .....          | 12 |
| <i>El aparato circulatorio</i> ..... | 13 |

## CAPÍTULO 2

|  |    |
|--|----|
| <b><i>Accidentes del buceo que requieren administración de oxígeno</i></b> | 15 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| <i>Frecuencia de los accidentes de buceo</i> ..... | 16 |
| <i>Tipos de accidentes de buceo</i> .....          | 17 |
| <i>Sobrepresión pulmonar</i> .....                 | 18 |
| <i>Accidente de descompresión</i> .....            | 19 |
| <i>Ahogamiento</i> .....                           | 20 |

## **CAPÍTULO 3**

### **Reconocimiento de síntomas en los accidentes de buceo . . .23**

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Sobrepresión pulmonar . . . . .</i>       | <i>24</i> |
| <i>Accidentes de descompresión . . . . .</i> | <i>25</i> |
| <i>Ahogamiento . . . . .</i>                 | <i>27</i> |

## **CAPÍTULO 4**

### **Efectos de la administración de oxígeno normobárico (ONB) en los accidentes del buceo . . . . .29**

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Efectos del ONB en las enfermedades disbáricas . . . . .</i> | <i>30</i> |
| <i>Efectos del ONB en el ahogamiento . . . . .</i>              | <i>32</i> |

## **CAPÍTULO 5**

### **Equipos de suministro de oxígeno normobárico (ONB) . . .35**

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Componentes básicos . . . . .</i>                             | <i>36</i> |
| <i>Botella de oxígeno a presión . . . . .</i>                    | <i>36</i> |
| <i>Caudalímetro o manorreductor de O<sub>2</sub> . . . . .</i>   | <i>37</i> |
| <i>Tubo de conexión . . . . .</i>                                | <i>38</i> |
| <i>Mascarillas . . . . .</i>                                     | <i>38</i> |
| <i>Mascarilla con regulador a demanda inspiratoria . . . . .</i> | <i>40</i> |
| <i>Maleta de transporte . . . . .</i>                            | <i>40</i> |
| <i>Otros componentes . . . . .</i>                               | <i>40</i> |
| <i>Sistema de oxigenoterapia de circuito cerrado . . . . .</i>   | <i>41</i> |

## **CAPÍTULO 6**

### **Consejos y precauciones para la utilización de oxígeno normobárico . . . . .43**

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Riesgos de la utilización del ONB . . . . .</i>     | <i>44</i> |
| <i>Consejos de uso de los equipos de ONB . . . . .</i> | <i>46</i> |
| <i>Precauciones de uso . . . . .</i>                   | <i>46</i> |

## **CAPÍTULO 7**

### **Técnicas de suministro de oxígeno normobárico . . . . .49**

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Uso de la mascarilla de bolsillo . . . . .</i>         | <i>50</i> |
| <i>Resucitador manual tipo Ambu © . . . . .</i>           | <i>50</i> |
| <i>Uso de mascarillas de alta concentración . . . . .</i> | <i>52</i> |
| <i>Uso del regulador a demanda inspiratoria . . . . .</i> | <i>53</i> |

## **CAPÍTULO 8**

### **Plan de actuación para el suministro de oxígeno en accidentes de buceo . . . . .55**

|   |           |
|---|-----------|
| <i>1. Seguridad de las personas . . . . .</i>               | <i>56</i> |
| <i>2. Comprobar el nivel de consciencia . . . . .</i>       | <i>56</i> |
| <i>3. Petición de ayuda . . . . .</i>                       | <i>57</i> |
| <i>4. Aplicación de Soporte Vital Básico . . . . .</i>      | <i>57</i> |
| <i>5. Ventilación artificial con ONB . . . . .</i>          | <i>57</i> |
| <i>6. Posición de seguridad . . . . .</i>                   | <i>58</i> |
| <i>7. Reconocer un accidente de buceo . . . . .</i>         | <i>59</i> |
| <i>8. Administración de ONB . . . . .</i>                   | <i>61</i> |
| <i>9. Traslado a un Centro Médico Hiperbárico . . . . .</i> | <i>62</i> |

## **CAPÍTULO 9**

### **Programa FEDAS de formación en accidentes de buceo .65**

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Primeros auxilios . . . . .</i>                                      | <i>66</i> |
| <i>Salvamento y Rescate Subacuático . . . . .</i>                       | <i>66</i> |
| <i>Soporte Vital Básico y RCP . . . . .</i>                             | <i>67</i> |
| <i>Administración de O<sub>2</sub> en accidentes de buceo . . . . .</i> | <i>67</i> |

## **Memo - ONB**

### **Guía de referencia rápida en Administración de Oxígeno . .69**



## ***Cuestionario de preguntas***

***Cuestionario de preguntas*** .....73

## ***Después del curso...***

*Necesidades de actualizar tus conocimientos* ..... 83

*Por un buceo más seguro* ..... 83

# INTRODUCCIÓN

Bienvenido al **Curso FEDAS de Administración de Oxígeno**, a través del cual te enseñaremos la forma en que debes actuar si necesitas suministrar oxígeno normobárico, en algunas situaciones que pueden producirse durante la práctica de las actividades subacuáticas.

Este curso forma parte del Programa de Especialización para buceadores de la Federación Española de Actividades Subacuáticas (FEDAS). Una vez realizado, sabrás identificar los accidentes específicos del buceo y estarás capacitado para aplicar las técnicas de suministro de oxígeno normobárico en aquellas situaciones que lo requieran, hasta la llegada de asistencia médica especializada, o hasta que el accidentado sea trasladado a un centro sanitario.



Afortunadamente, los accidentes graves durante el ejercicio de las actividades subacuáticas son muy escasos, en relación con el número de practicantes, si bien las condiciones en las que habitualmente se desarrolla el deporte subacuático hace que en muchos casos las posibilidades de prestar una asistencia inmediata por personal sanitario sean escasas.

Aún siendo un deporte de amplia difusión y de un atractivo innegable, cuando se produce una situación no prevista, o bien se omiten algunos de los requisitos básicos, el buceador sufre el riesgo de encontrarse delante de un accidente disbárico, constituyendo éste una emergencia en la que la actuación coordinada y rápida del equipo de rescate y primeros auxilios, el transporte y tratamiento influirán decisivamente en el desenlace.

Por ello, algunas administraciones públicas y las organizaciones del buceo deportivo y profesional, como la Federación Española de Actividades Subacuáticas (FEDAS), consideran necesario capacitar al mayor número de buceadores en el conocimiento y aprendizaje de las técnicas de suministro de oxígeno normobárico, ya que normalmente serán ellos los que deban prestar la primera asistencia ante un accidente de buceo.

En cuanto al marco legal hay que resaltar que el O<sub>2</sub> tiene la consideración de medicamento en la legislación española. En consecuencia su administración depende de la prescripción de un médico.

Por otro lado en situaciones de riesgo vital se pueden practicar técnicas reservadas a personal cualificado siempre y cuando se sea conocedor de la técnica y lo podamos acreditar. Es evidente que ante un accidente en el entorno acuático y subacuático la supervivencia depende drásticamente del factor tiempo. En estas situaciones prevalece la respuesta rápida a una emergencia vital por encima de la categoría y/o cualificación profesional sanitaria del socorrista.

## ¿Cómo va a ser el curso?

La duración total del Curso FEDAS de Administración de Oxígeno será de **4 horas**, distribuidas en 1 sesión teórica y 1 práctica.



*Durante el curso, aprenderás a actuar correctamente ante un posible accidente de buceo y a prestar una asistencia inmediata a buceadores accidentados mediante el suministro de oxígeno normobárico con aparatos de circuito abierto, hasta la llegada de personal sanitario o el traslado al centro médico más adecuado. También conocerás el manejo y precauciones de uso de los equipos de suministro de oxígeno normobárico de circuito abierto, así como las técnicas más adecuadas para cada situación. No es objetivo de este curso explicar otras técnicas de tratamiento, como el empleo de ciertos medicamentos, que deben ser valoradas y realizadas por personal sanitario capacitado.*

*Mediante el entrenamiento práctico, aprenderás a manejar correctamente el equipo de oxigenoterapia y las técnicas de suministro de oxígeno en buceadores conscientes e inconscientes.*

*En ningún caso, tu actuación sobre un buceador accidentado debe sustituir ni dificultar la asistencia del personal sanitario competente que pueda intervenir para establecer un diagnóstico o tratamiento definitivos.*

*Al final del curso recibirás un certificado de haber realizado el Curso FEDAS de Administración de Oxígeno, junto con unas recomendaciones de tu instructor para actualizar o completar la formación recibida.*

*Tu acreditación de haber realizado el curso te permitirá acceder a otros niveles del Programa de Enseñanza FEDAS, si estás interesado en continuar tu aprendizaje como buceador con nosotros.*

## ¿Qué necesitas para realizar el curso?

*No es necesario ningún equipo personal para realizar el curso, ya que todo el material de aprendizaje te lo facilitará tu instructor al comenzar el curso. Durante las prácticas tendrás que utilizar unos materiales para el suministro de oxígeno que te permitirán aprender y perfeccionar la ejecución de las técnicas de oxigenoterapia normobárica.*

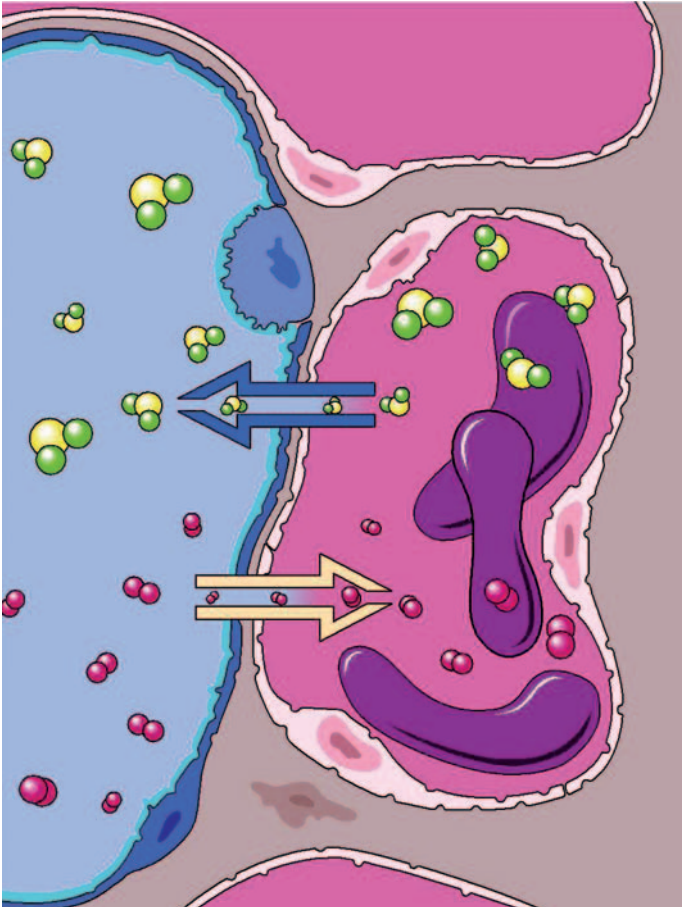
## ¿Cómo vamos a trabajar?

*Tu instructor te explicará de forma clara y sencilla, los contenidos del curso, siguiendo el esquema que encontrarás en este manual. Lógicamente, al tratarse de un curso básico, algunas explicaciones o aclaraciones que necesites pueden superar los objetivos de este curso. En este caso, tu instructor te ayudará, recomendándote la consulta de algún libro más especializado o proporcionándote personalmente toda la información que necesites.*

*También te explicará ciertas normas que deberás conocer para el desarrollo de las prácticas, orientándote sobre la ropa más aconsejable para realizarlas y la conveniencia de no utilizar ciertos objetos personales o cosméticos que pudieran dificultar el desarrollo de las prácticas.*

*Es conveniente que colabores en el cumplimiento de algunas **normas de higiene**. No es recomendable la realización del curso a personas afectadas de **enfermedades infecto-contagiosas** de cualquier tipo.*

## Recuerdo anatómico y funcional

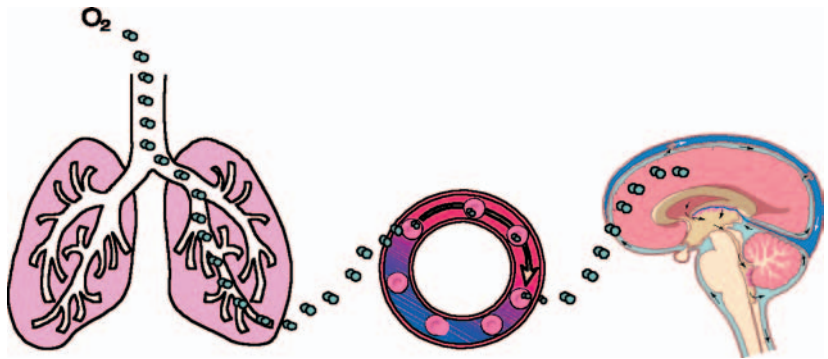


### *Vamos a conocer*

1. *Cuáles son las funciones vitales del cuerpo humano*
2. *Los componentes del aparato respiratorio*
3. *Un esquema del funcionamiento del aparato circulatorio*

Como introducción al Curso FEDAS de Administración de Oxígeno, nos parece conveniente recordar algunos conceptos sobre las funciones vitales del cuerpo humano y realizar un breve repaso de su anatomía.

Cuando hablamos de funciones vitales, nos referimos a la **respiración, circulación** y a las distintas funciones del **sistema nervioso central**. Si por cualquier circunstancia se produce un fallo importante o duradero en cualquiera de ellas, existe un **riesgo vital**, es decir, puede sobrevenir el fallecimiento de la persona.

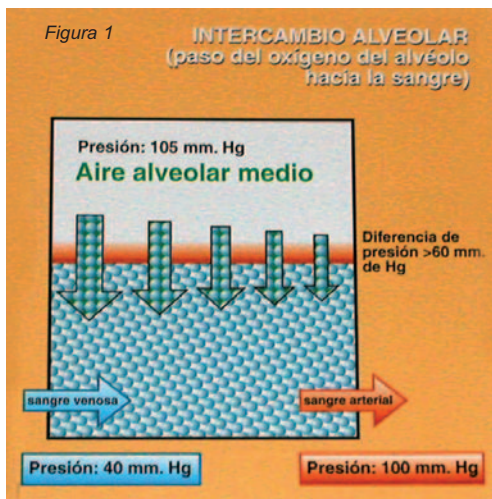


Las funciones vitales están muy relacionadas entre sí, de forma que la alteración de cualquiera de ellas, repercute de forma importante en las demás. En el caso del sistema nervioso, ya hemos dicho que es especialmente sensible a la falta de oxígeno, por lo que tanto el sistema circulatorio como el aparato respiratorio mantienen una regulación constante de su funcionamiento para garantizar una adecuada oxigenación cerebral.

## La respiración

El aparato respiratorio tiene como función aportar a nuestro organismo el oxígeno que se encuentra en el aire atmosférico y eliminar el dióxido de carbono que producen las distintas reacciones de nuestras células y tejidos. A través de las **vías respiratorias**, este aire es conducido

hasta los **pulmones**, que son los responsables de efectuar el intercambio gaseoso con la sangre (Fig. 1).



El aire del exterior entra a través de boca y nariz hasta la **faringe**. Desde la faringe es conducido hacia la **tráquea** por medio de la **glotis**, que es una especie de válvula que permanece abierta mientras respiramos y se cierra automáticamente cuando tragamos, para evitar el paso de alimentos hacia el aparato respiratorio. La tráquea se divide formando los **bronquios**, que a su vez se ramifican disminuyendo progresivamente su diámetro, hasta formar

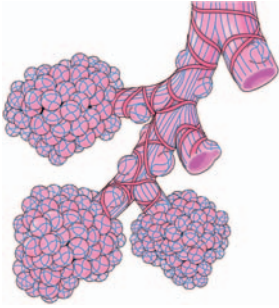


Figura 2

los **bronquiolos**.

Los bronquiolos terminan en unos sacos microscópicos de paredes muy finas, denominados **alvéolos** (Fig. 2), en los que se produce el intercambio gaseoso al ponerse en contacto el aire y la sangre. La fina pared alveolar permite que, por un proceso de difusión, la sangre tome oxígeno del aire inspirado y elimine dióxido de carbono hacia el exterior.

Este mecanismo de difusión se produce debido a que la presión que ejerce el oxígeno en los alvéolos es mayor que la tensión del gas en la sangre (Fig. 3).

El aire que respiramos contiene, como ya conocemos desde el curso de B1E, aproximadamente un 21% de oxígeno y un 79% de nitrógeno, mientras que el aire expirado contiene un 17% de oxígeno, un 4% de dióxido de carbono y un 79% de nitrógeno. Estos valores son aproximados.

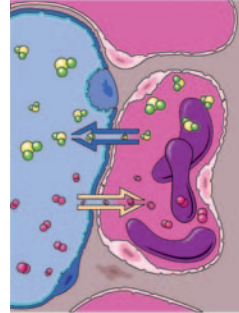


Figura 3

Del mismo modo, existe una diferencia entre la tensión del dióxido de carbono en sangre y su concentración en el aire alveolar, lo que hace que se elimine el dióxido de carbono a través del aire espirado.

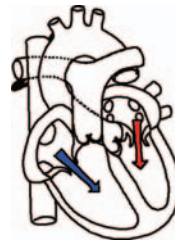
## El aparato circulatorio

El aparato circulatorio está integrado por el **corazón** y los **vasos sanguíneos** (arterias y venas) y tiene como función distribuir la sangre por todo el organismo. El corazón funciona como una bomba, que hace circular la sangre al contraerse (**sístole**) y relajarse (**diástole**)(Fig. 4).



Figura 4

**Sístole**



**Diástole**

Mediante la circulación pulmonar, el corazón envía la sangre venosa a los pulmones para realizar el intercambio gaseoso (Fig. 5).

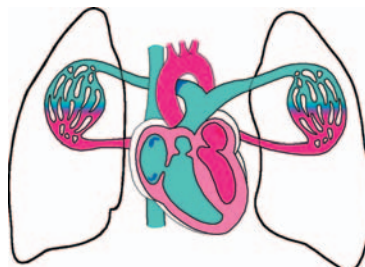


Figura 5

A través de las arterias, la sangre distribuye el oxígeno por todo el organismo y las venas llevan nuevamente la sangre con el dióxido de carbono que eliminan los tejidos hacia el corazón, tal como se representa en la figura 6:

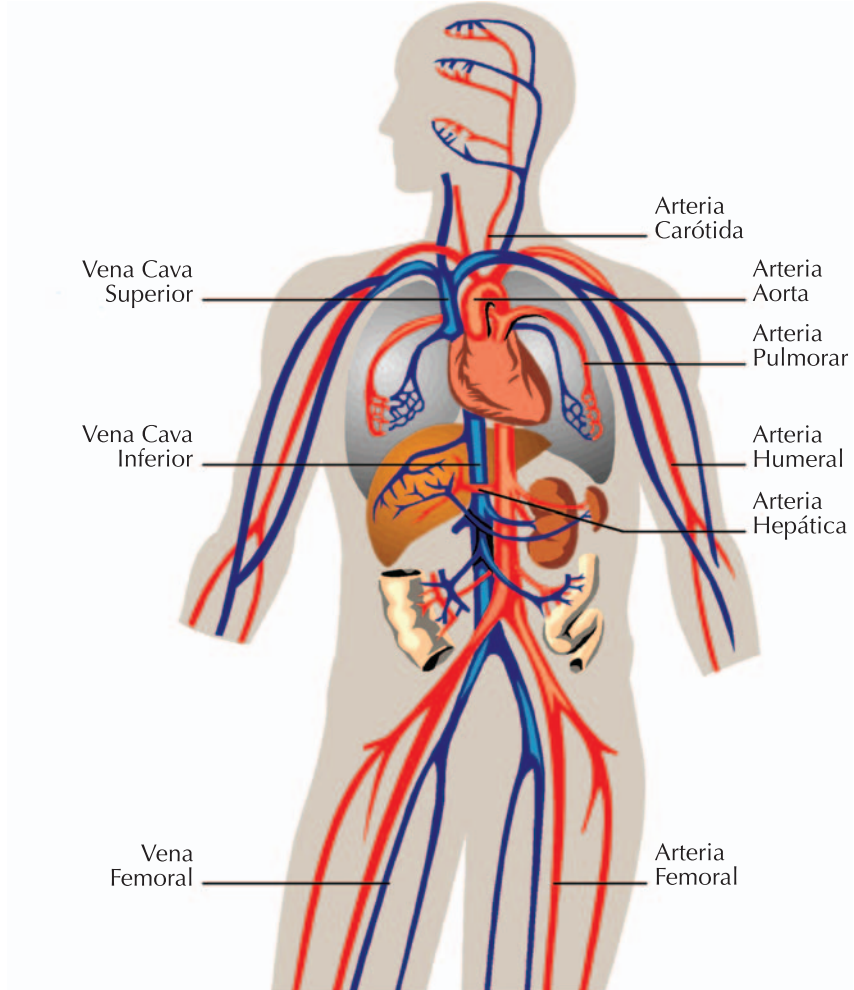


Figura 6

# Accidentes de buceo que precisan administrar oxígeno



### ***Vamos a conocer***

1. ***Algunos datos sobre la frecuencia de los accidentes de buceo***
2. ***Cómo clasificar, de manera sencilla, los accidentes que pueden ocurrir durante la práctica de las actividades subacuáticas***
3. ***Cuáles son los tipos de accidentes de buceo que pueden necesitar la administración de oxígeno normobárico (ONB)***



*Todos sabemos que la práctica de las actividades subacuáticas representa un riesgo potencial para el submarinista, puesto que el organismo humano no se encuentra adaptado a la permanencia prolongada en el medio acuático. No obstante, una buena preparación técnica y física, así como el uso de material adecuado y el respeto a las normas de seguridad permiten que el buceo se desarrolle con un alto nivel de seguridad.*

## **Frecuencia de los accidentes de buceo**



*A pesar de las dificultades para obtener información estadística fiable sobre accidentes de buceo, los distintos estudios parecen confirmar que en relación con el número de practicantes, el buceo es una actividad segura dentro del conjunto de los accidentes deportivos, pero la gravedad potencial de estos accidentes es alta.*

*Según los últimos datos, en relación con la práctica del buceo deportivo con escafandra autónoma en Europa, un 81,2 % de los accidentes de buceo se producen en inmersiones que requieren descompresión, a más de 25 metros y en inmersiones sucesivas y multinivel. De éstos el 89,4 % de los casos por error humano.*

*La enfermedad descompresiva (ED) es más frecuente en buceadores expertos, que suelen sobrepasar la curva de seguridad, mientras que el Síndrome de Hiperpresión Intratorácica (sobrepresión pulmonar) predomina en debutantes, muy frecuentemente en los cursillos de formación. El ahogamiento (AH) aparece principalmente en buceadores en apnea, sobre todo en pescadores submarinos.*

*Los accidentes propios del buceo tienen, según algunos autores, una prevalencia baja, pero un 10% son mortales. De los pacientes atendidos en centros de medicina hiperbárica, el 35% son graves, y entre el 5 y el 10 % muy graves.*



En general podemos afirmar que la mayor mortalidad, al contrario de lo que podría parecer, corresponde al buceo en apnea. La pesca submarina es la actividad que, en números absolutos y relativos, concentra la mayor parte de los accidentes. Es menos frecuente, aunque por descontado no excepcional, que un escafandrista sufra un accidente irremediamente mortal. Entre otros motivos que justifican esta situación destacan que en el ámbito del buceo con escafandra autónoma es imprescindible una formación reglada previa de, como mínimo, unas 20 horas teórico/ prácticas. Esta exigencia no está asumida todavía en el mundo de la apnea. Existen desde hace tiempo unos estándares CMAS que marcan requisitos, contenidos de formación y capacitaciones para la práctica de esta modalidad deportiva. La generalización de los estándares CMAS ayudaría a disminuir, de forma significativa, la accidentabilidad en este ámbito.

La distribución temporal es durante todo el año y se concentran sobre todo en los meses de verano.

La práctica del buceo en condiciones especiales (buceo en hielo, grutas, pecios, profundo, etc.) supone un riesgo añadido, para las que se requiere una formación suplementaria. El Programa de Enseñanza FEDAS incluye cursos específicos de especialidad, para la práctica del buceo en estas condiciones.



Buceo en Pecios

Buceo en Grutas



Buceo Profundo

Buceo en Hielo



## Tipos de accidentes de buceo

**Disbarismo** es un término genérico que hace referencia a cualquier síndrome provocado por la exposición a disminuciones o incremento de la presión barométrica relacionada con las presiones de los tejidos y las cavidades del cuerpo.

Si bien existen diversas clasificaciones muy completas, a efectos prácticos los accidentes de buceo más frecuentes pueden agruparse en cuatro tipos, lo que nos facilita que prioricemos nuestra actuación en función de su gravedad.

### Accidentes no disbáricos:

Son aquellos que pueden producirse durante la práctica de las actividades subacuáticas, pero que no están relacionados con los efectos de las variaciones de presión sobre el organismo del submarinista.

- Con riesgo vital: Ahogamiento.  
Hipotermia.  
Traumatismos graves.
- Sin riesgo vital: Traumatismos y lesiones leves.

### Accidentes disbáricos:

Los accidentes disbáricos se producen como consecuencia de los cambios de la presión ambiental durante la inmersión, que afecta a los cambios de volumen de ciertas cavidades del cuerpo humano y a la disolución en nuestro organismo de los gases sometidos a presión de la mezcla que respiramos.

- Con riesgo vital: *Síndrome de hiperpresión intratorácica (sobrepresión pulmonar).  
Accidente de descompresión.*
- Sin riesgo vital: *Barotraumatismos (excepto SHI).*

Los accidentes disbáricos del buceo (ADB) pueden ser producidos por cambios en volumen: **barotraumáticos o descompresivos** y/o por la formación o no de burbujas de aire: **embolígenos o no embolígenos**.

En teoría, siempre vendría bien respirar oxígeno puro 100 % después de cada inmersión, para así acelerar la eliminación del nitrógeno (N<sub>2</sub>) residual. Sin embargo, sólo debe administrarse oxígeno normobárico (ONB) en el buceo deportivo como tratamiento inmediato de un accidentado de buceo.

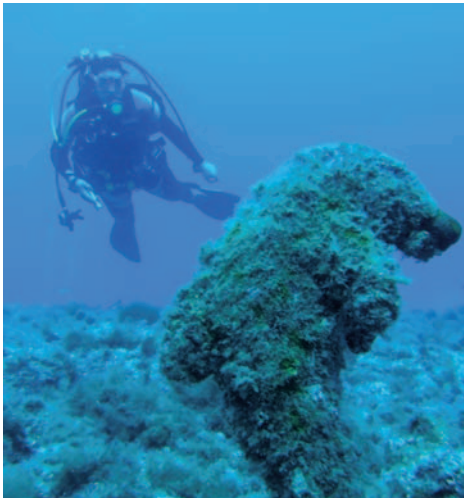
Los accidentes de buceo que pueden requerir administración de oxígeno normobárico son fundamentalmente tres: la sobrepresión pulmonar, el accidente de descompresión (o enfermedad descompresiva) y el ahogamiento. En todas estas situaciones la asistencia inmediata con ONB podrá, además de salvar la vida del buceador, conseguir que el pronóstico sea mejor y que disminuyan las probabilidades de secuelas permanentes.

## **Síndrome de Hiperpresión Intratorácica (sobrepresión pulmonar)**

Es el accidente más grave, después del ahogamiento, que se puede producir en la práctica del buceo con escafandra.

Durante el ascenso todo el aire contenido en el aparato respiratorio se sobreexpansiona en proporción inversa a la disminución de la presión. Por este motivo debe expulsarse a medida que se asciende a la superficie todo el aire sobrante de los pulmones. La emersión debe ser lenta y pausada con el fin de permitir esta evacuación.

En situaciones de emergencia, el buceador puede verse obligado a ascender bruscamente y a abandonar en apnea la profundidad de trabajo. La situación se puede convertir en trágica si retiene la respiración durante el ascenso o aparece algún impedimento en la citada evacuación de aire sobrante. Los pulmones no podrán soportar el brutal aumento de volumen y se producirá una grave lesión anatómica que liberará aire en la cavidad torácica, infiltrándose por los tejidos en los espacios pleurales, en el mediastino y, en los casos más graves, introduciéndose en el interior de los vasos sanguíneos provocando una embolia gaseosa.



La situación más frecuente en la que se produce un SHI es durante un ascenso rápido, coincidiendo con una crisis de pánico y generalmente con un bloqueo de la glotis que impide la salida del aire pulmonar.

Este fenómeno es independiente de la duración de la inmersión, y puede aparecer desde profundidades mínimas. Se han descrito casos de SHI en piscinas.

Además, no hay que olvidar que este tipo de accidente también se puede producir en aquellos buceadores apneistas que tomen aire comprimido de una botella situada en el fondo o de otro buceador. Por ello, esta práctica debe desaconsejarse y en todo caso, deberá realizarse expulsando el aire sobrante mientras se asciende a una velocidad inferior a la de las burbujas que produce el aire expulsado.



Debe conocerse que también se han notificado algunos casos de SHI en buceadores en apnea a profundidades considerables, sin que hubieran tomado aire en inmersión.

## Enfermedad Descompresiva (ED)

Puede producirse cuando el nitrógeno ( $N_2$ ) disuelto en el organismo de un buceador no es eliminado de forma correcta durante la fase de ascenso de una inmersión, alcanzando una concentración que da lugar a la formación de burbujas.

Los signos y síntomas que describiremos en el capítulo 3 estarán en relación con la localización de las mismas.

La cantidad de  $N_2$  que tiene disuelto en su organismo un buceador sumergido en el agua está en relación con el tiempo y la profundidad alcanzada durante la inmersión.

Durante la fase de ascenso, este  $N_2$  debe ser eliminado por la respiración, respetando una velocidad y unas paradas (si fueran necesarias) a diferentes profundidades, con objeto de que dicha eliminación se efectúe de manera gradual.

De esta forma, el  $N_2$  de los tejidos se disuelve en la sangre y de aquí sale a los pulmones, expulsándose al exterior por las vías respiratorias.

El  $N_2$  es más liposoluble que hidrosoluble y, en consecuencia, su difusión es superior hacia tejidos ricos en grasa. La menor tasa de perfusión de estos tejidos condiciona mayores dificultades, dependiendo de las variaciones de presión, tanto en la saturación como en la desaturación de  $N_2$ .

Después de una inmersión se debe regresar lentamente a la superficie para adaptar los pulmones al aumento del volumen aéreo y para dar tiempo a los tejidos a la eliminación del exceso de  $N_2$



Figura 7

que se ha acumulado durante la estancia en el fondo.

El hombre soporta un determinado nivel de sobresaturación de gases. Si se supera un punto crítico, la diferencia de presiones del gas entre la sangre y los tejidos puede precipitar su liberación brusca y desordenada en forma de burbujas. Lo harán en cantidad superior en tejidos más ricos en grasa, como el SNC, el panículo adiposo o la grasa periarticular. Otras son recogidas por la circulación venosa y pueden dar lugar a un cuadro de embolismo venoso y a fenómenos hemodinámicos y reológicos complejos.

Si por el perfil del buceo realizado, un buceador que necesite hacer paradas de descompresión no las hace o dicho proceso se efectúa de manera incorrecta, puede suceder que el nitrógeno no eliminado alcance un punto de sobresaturación crítico, dando lugar a la formación de burbujas dentro de los distintos tejidos (extravasculares) y en la sangre (intravasculares) (Fig. 7). Inicialmente sólo están formadas por nitrógeno, pero a las que están localizadas dentro de los vasos sanguíneos se les adhieren plaquetas y otros elementos de la sangre, con lo que la burbuja original se convierte en un auténtico trombo que obstruye la circulación. La gravedad de estos trombos vendrá dada por su localización y la importancia del vaso obstruido.

Para asegurar que la eliminación del nitrógeno se hace correctamente y disminuir el riesgo de accidentes de descompresión, existen tablas en las que se indican las paradas que se deben hacer para una correcta descompresión. Desde hace años, la mayoría de buceadores realizan la descompresión mediante ordenadores de buceo, que son instrumentos que efectúan de forma automática los cálculos de la descompresión y proporcionan información sobre tiempo, profundidad, velocidad de ascenso entre otros datos.

Hay que recordar que ni las tablas ni los ordenadores poseen una seguridad del 100%, por lo que su uso e interpretación debe hacerse con conocimiento y prudencia.

Por lo que se refiere a la clínica podemos decir que la sintomatología de los accidentes descompresivos más graves suele aparecer en las últimas etapas del ascenso, todavía en el agua, o bien en los momentos inmediatos a la emersión. En agresiones disbáricas menores suele aparecer horas después. Hay por lo tanto un periodo de latencia que depende de la gravedad del accidente y de factores individuales aceleradores como la edad, la obesidad, el esfuerzo físico, el frío y la ingesta etílica.

## **Deshidratación**

Durante el buceo, al igual que en otras actividades, se produce una considerable deshidratación. Un buceador puede llegar a perder hasta 2 litros de líquido durante una inmersión.

La disminución de fluidez de la sangre al deshidratarse es un obstáculo para la llegada rápida de oxígeno a todas las células a través del riego sanguíneo.

Por ello, ante un posible caso de accidente de descompresión deberemos, si el buceador se encuentra consciente y puede deglutir sin problemas, hacerle beber mucha agua, a pequeños sorbos preferiblemente pero en cantidad. Jamás dar a beber café, té o bebidas con cafeína; su efecto diurético se-

ría contrario a nuestro objetivo así como tampoco bebidas gaseosas. Si el accidentado se encontrara inconsciente o sospecháramos que podría estarlo no le suministraremos líquido alguno; en caso de tener que aplicar técnicas de reanimación este favorecería los vómitos con sus consiguientes inconvenientes.

El agua combate la deshidratación, mejora la microcirculación y aumenta la perfusión periférica por lo que nos ayuda a eliminar en mayor cantidad y rapidez el nitrógeno de la sangre.

## Ahogamiento (AH)

Según el 1r Congreso Mundial de Ahogamiento en Amsterdam en 2002 y ILCOR (International Liaison Committee on Resuscitation) en 2005 ahogamiento es el proceso que ocasiona una insuficiencia respiratoria primaria como resultado de una sumersión / inmersión en un medio líquido

Generalmente se produce por la entrada de agua en las vías respiratorias, pero entre un 10% y un 20 % de los casos no es así debido a la persistencia del espasmo laríngeo que es un reflejo natural que se produce en todos los casos como mecanismo de defensa y que en la mayoría de las personas desaparece al perder la consciencia.

Entre otros motivos estas diferencias aconsejan que ante un paciente ahogado NO hemos de intentar sacar el agua de los pulmones como se recomendaba antes.

En los dos casos, tiene lugar una pérdida de conciencia al disminuir el nivel de oxígeno en la sangre.

Según el European Resuscitation Council en Europa por cada muerto por ahogamiento se calculan de 1 a 4 accidentes graves con hospitalización.

Las circunstancias en las que se puede producir un ahogamiento se pueden resumir en tres grupos:

- Pérdida del conocimiento en superficie o inmersión.
- Imposibilidad de una persona para mantenerse en superficie, por agotamiento o por no saber nadar.
- Cese del suministro de aire en inmersión.

En algunos casos, el ahogamiento puede deberse a la existencia de enfermedades previas (conocidas o no) que pueden impedir al buceador mantenerse en la superficie, como la epilepsia o la hipoglucemia (en diabéticos), cuadros súbitos de tipo cardíaco. Por este motivo, es necesario efectuar un reconocimiento médico de forma periódica para conocer lo mejor posible nuestro estado físico y de salud para la práctica de las actividades subacuáticas.

Tenemos que resaltar que la mayor parte de los casos de ahogamiento se dan en practicantes de buceo en apnea, debido a un síncope por hipoxia que ocurre de forma brusca. Hasta hace unos años, la causa más frecuente era por efectuar una hiperventilación previa, sobre todo los practicantes de la pesca submarina, ya que con esta técnica se retrasa el nivel crítico de hipoxia y se produce una falta de oxígeno súbita durante el ascenso, con una

*perdida de conciencia inmediata (a veces se pierde antes de notar la necesidad de respirar de nuevo). Sin embargo, actualmente, los pescadores submarinos y apneístas no suelen realizar hiperventilación y el síncope por apnea se debe generalmente a la mayor profundidad a la que se suele pescar.*

*En el caso del buceo con botellas, cualquier causa que provoque una pérdida de conciencia brusca en superficie o inmersión o la entrada de agua en las vías respiratorias puede causar un ahogamiento. En la tabla siguiente resumimos las causas principales:*

**Principales causas de ahogamiento en buceo:**

*Traumatismos (cabeza y cuello).*

*Sobrepresión pulmonar.*

*Incapacidad para mantenerse en superficie.*

*Narcosis del N<sub>2</sub>.*

*Causas médicas:*

*Epilepsia*

*Hipoglucemia*

*Accidente cerebro vascular*

*Infarto agudo de miocardio*

*Cansancio extremo.*

*Toxicidad del aire (CO<sub>2</sub>, CO, aceites, etc.).*

*Hipotermia.*

*Alcohol o drogas.*

*Pérdida de control en inmersión (estrés, crisis de pánico, etc.).*

**Consideraciones genéricas**

- \* Todo ADB puede padecer hipotermia (HT).*
- \* Ante la duda, en cualquier accidente de inmersión, se considera la existencia simultánea de ED, SHI, AH e HT.*
- \* En consecuencia todos los pacientes disbáricos deben considerarse inicialmente potenciales enfermos críticos.*

## **No debemos olvidar**

- 1. Los accidentes de buceo más graves suelen deberse a la falta de prudencia, no respetar las normas y límites de seguridad establecidos, no haber efectuado un reconocimiento médico previo o bucear sin estar en las mejores condiciones médicas y de aptitud física.**
- 2. En la práctica de las actividades subacuáticas, el entrenamiento y la prevención son las claves para que todo vaya lo mejor posible.**
- 3. La práctica del buceo en condiciones especiales (buceo en hielo, grutas, pecios, profundo, etc.) supone un riesgo añadido, para las que se requiere una formación suplementaria. El Programa de Enseñanza FEDAS incluye cursos específicos de especialidad, para la práctica del buceo en estas condiciones.**
- 4. Los accidentes de buceo que necesitan administrar oxígeno normobárico de forma inmediata son la sobrepresión pulmonar, el accidente de descompresión y el ahogamiento.**

# Reconocimiento de síntomas en los accidentes de buceo



### ***Vamos a conocer***

1. *Los síntomas que pueden aparecer en los diferentes tipos de accidentes disbáricos de buceo*



*Si bien no todos los problemas que aparecen durante o después de una inmersión son accidentes de buceo, todos los participantes en operaciones de buceo deben ser capaces de reconocer los síntomas principales de los posibles accidentes de buceo, pues no es muy frecuente que podamos disponer en el lugar de la inmersión de personas con formación sanitaria para identificarlos correctamente.*



*Todo síntoma que se presente después de haber buceado con botellas o en apnea, aunque sea a poca profundidad y por poco tiempo, nos debe hacer pensar en un posible accidente de buceo. Por este motivo, debe iniciarse el plan de actuación de tratamiento inicial en accidentes de buceo, siempre que los conocimientos y la capacidad de quien preste la primera asistencia lo permita.*

*Como ya sabemos, en el caso de accidentes potencialmente graves, la rapidez y eficacia de la asistencia inmediata prestada en el lugar del accidente es fundamental para disminuir la gravedad de las lesiones o secuelas que pudieran presentarse. Por ello, es necesario que seamos capaces de reconocer los síntomas principales de los posibles accidentes de buceo que iremos describiendo. No olvidemos que un retraso en el comienzo de las medidas a efectuar, por incapacidad para identificar un accidente de buceo grave, puede repercutir en el buceador accidentado incluso con el riesgo de secuelas permanentes.*

## **Síndrome de Hiperpresión Intratorácica (SHI)**

*Las manifestaciones de el síndrome de hiperpresión intratorácica aparecen de forma inmediata tras la subida a superficie y en ocasiones también durante el ascenso del buceador, siendo excepcional su aparición después de transcurridas algunas horas desde la inmersión.*

*Se puede presentar con síntomas variados entre los que destacan los siguientes: pérdida de la conciencia una vez llegado a la superficie o a los pocos minutos, dolor en el pecho o en un costado que aumenta con los movimientos respiratorios, cambio del tono de la voz ("voz de pato" o voz nasal), sensación de dificultad para respirar, sangre por la boca, tos o expectoración manchada de sangre.*

*También son frecuentes los trastornos de la sensibilidad o del movimiento, con falta de fuerza o dificultad para mover los miembros superiores o inferiores, (una forma de comprobarlo es pidiendo que aprieten fuerte nuestra mano o que intenten empujar el brazo o pierna haciendo nosotros resistencia en sentido contrario y así poder hacernos una idea de la intensidad de la pérdida de fuerza). Pueden aparecer también convulsiones, visión en "túnel", desorientación, retención urinaria y en los casos más graves, shock.*

*En los casos leves podremos apreciar abultamientos en la base del cuello y encima de la clavícula, notándose al palpar una sensación de crujido (crepitación), provocado por la acumulación de aire bajo la piel que escapa de los pulmones (enfisema subcutáneo).*

Un dato muy importante para sospechar un cuadro de síndrome de hiperpresión intratorácica es conocer la velocidad de ascenso, si ha sido muy rápida y el buceador no ha ido expulsando el aire o, si lo ha hecho, la subida ha sido más veloz que la expulsión del gas contenido en sus pulmones. Para que se produzca es necesario que el buceador haya estado respirando aire a presión o si buceaba en apnea en algún momento haya tomado aire de la botella de algún compañero.

#### **Síntomas y signos principales de SHI:**

Pérdida del conocimiento inmediata a la emersión.  
Dolor en el pecho.  
Alteraciones de la sensibilidad.  
Trastornos motores, parálisis.  
Cefaleas (dolor de cabeza)  
Trastornos visuales: Visión en "túnel".  
Convulsiones.  
Voz nasal.  
Crepitación en la base del cuello.  
Retención urinaria.  
Shock.

*Aparición de los síntomas: Suele ser al poco tiempo de llegar a la superficie.*

## **Accidente de descompresión**

Se acepta una división de los accidentes de descompresión en dos tipos:

- Tipo 1 o leve
- Tipo 2 o grave

A diferencia de lo que ocurre en la sobrepresión pulmonar, los síntomas y signos de la enfermedad descompresiva no suelen aparecer de forma inmediata tras el ascenso (excepto en los casos graves). La mayoría aparecen dentro de las primeras dos horas desde el final de la inmersión y no es raro que en algunos casos, los accidentados hubieran realizado una segunda inmersión después de notar síntomas leves en el intervalo en superficie.

#### **Accidente de descompresión leve:**

En su forma de presentación más leve las manifestaciones son fundamentalmente cutáneas, pudiéndose apreciar manchas, erupciones, "piel de naranja", áreas moteadas y en otras ocasiones zonas pálido-azuladas. Estos cambios de la piel aparecen más frecuentemente en el tronco, cuello y hombros y a veces se acompañan de picor intenso.



En el siguiente nivel de importancia suele aparecer dolor ("bend") de tipo inflamatorio, progresivo, localizado principalmente en articulaciones de huesos largos (hombro, rodilla y codo con mayor frecuencia), no se irradia ni suele calmarse con analgésicos y no se modifica con el movimiento. Si presionamos la zona con un manguito de tomar la tensión suele calmarse, lo que nos confirmará que estamos ante un accidente de descompresión.

Como hemos visto, los síntomas de un accidente de descompresión leve son fundamentalmente cutáneos y en forma de dolores articulares.

### **Accidente de descompresión grave:**

Los síntomas que suelen presentarse tras un accidente de descompresión grave (tipo 2) suelen ser de tipo neurológico, cardiorrespiratorio o por afectación del estado general. En muchas ocasiones son similares a los que aparecen en la sobrepresión pulmonar (debemos saber que a veces puede coincidir un cuadro de accidente de descompresión con una sobrepresión pulmonar).

Puede presentarse alteración de la sensibilidad (pinchazos, "hormigueo", adormecimiento, etc.), disminución o pérdida de la fuerza y de la movilidad en forma de parálisis de presentación variable. Cuando se afecta el oído interno aparece un cuadro de vértigos, vómitos, pitidos y sordera y si la afectación es gastrointestinal (raro) los síntomas pueden ser dolor abdominal, diarrea, náuseas y vómitos.

En otras ocasiones puede haber un cuadro de dificultad respiratoria, dolor en el pecho y tos irritativa de aparición brusca ("chokes"). A veces los síntomas son más inespecíficos, en forma de cansancio extremo y desproporcionado, malestar general, etc., o más localizados como son los trastornos de la visión.

Por último, también puede haber una afectación de los esfínteres con retención de orina por parálisis vesical o incontinencia, a veces con un "dolor en cinturón" muy sugestivo de ser causado por un accidente de descompresión.

### **Síntomas y signos principales de enfermedad descompresiva:**

| Tipo I: Leves                    | Tipo II: Graves                   |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| Cambios de coloración de la piel | Pérdida de fuerza en extremidades |
| Erupción                         | Trastornos de la sensibilidad     |
| "Piel de gallina"                | Dificultad respiratoria           |
| Picor en la piel                 | Dolor en el pecho                 |
| Dolor articular                  | Vértigos, mareos                  |
|                                  | Cansancio extremo                 |
|                                  | Malestar general                  |

Aparición de los síntomas: en el 95 % de los casos antes de las 24 horas de finalizada la inmersión.

## Ahogamiento

Normalmente lo que nos encontraremos serán los signos y síntomas de asfixia, con una respiración rápida y dificultosa, tos brusca, dolor en el pecho que aumenta con la inspiración, expectoración espumosa, piel azulada o pálida, pulso acelerado o ausente y en los casos muy graves, paro cardiorrespiratorio.

Los síntomas neurológicos podrán ir desde una ligera disminución del nivel de conciencia hasta el coma, pudiendo presentar también desorientación, flacidez, alteraciones del lenguaje o visuales y convulsiones.

Así mismo y en función de la temperatura y el tiempo sumergido el buceador presentará una hipotermia más o menos intensa. Hay que saber que en algunas ocasiones, sobre todo en niños, la hipotermia ha permitido una recuperación después de un prolongado periodo de hipoxia, al disminuir el frío las necesidades metabólicas del organismo.

## No debemos olvidar

1. Todo síntoma que se presente después de haber buceado con botellas o en apnea, aunque sea a poca profundidad y por poco tiempo, nos debe hacer pensar en un posible accidente de buceo.
2. En general, los accidentes de tipo disbárico graves suelen afectar al aparato cardiovascular, respiratorio y al sistema nervioso. Los accidentes leves, sobre todo los de tipo descompresivo afectan a los tejidos superficiales (piel, músculos, de tipo disbárico grave, etc.) y al aparato locomotor (huesos y articulaciones).
3. En muchas ocasiones, debido a la similitud de los síntomas, sólo el perfil del buceo nos podrá aclarar el tipo de accidente que se ha producido.
4. En el síndrome de hiperpresión intratorácica los síntomas aparecen, normalmente, en los minutos siguientes a la emersión, mientras que en el accidente de descompresión podrá ser más retardada (en el 95 % de los casos dentro de las 24 horas siguientes al buceo).
5. Es fundamental no olvidar que toda pérdida del conocimiento recién finalizada una inmersión deberá considerarse un síntoma de sobrepresión pulmonar muy grave, en el que está en riesgo la vida del buceador, por lo que de la rapidez en su identificación y recompresión en una cámara hiperbárica hospitalaria dependerá en gran medida el éxito del tratamiento y el pronóstico futuro.



**6. No debemos perder tiempo en intentar conocer el tipo de accidente, ya que las medidas de actuación inicial son las mismas.**

# Efectos del suministro de oxígeno en los accidentes de buceo



### *Vamos a conocer*

1. *El mecanismo por el que se producen las lesiones en las enfermedades disbáricas*
2. *La forma de actuación del oxígeno normobárico (ONB) en los accidentes de buceo*

Antes de pasar a las técnicas de suministro de oxígeno normobárico (ONB), debemos conocer algo sobre los efectos del oxígeno en el cuerpo humano, tras un accidente de tipo disbárico. El conocimiento y comprensión de estos efectos facilitará y favorecerá la utilización del equipo de ONB en condiciones reales.

En caso de accidentes de buceo de tipo disbárico, se ha demostrado ampliamente la utilidad de la administración de oxígeno normobárico (a la mayor concentración posible), de forma inmediata en el lugar del accidente.

En estudios publicados sobre el empleo del ONB, de un total de 202 buceadores, en el grupo que utilizó ONB un 67,2 % llegó al centro hiperbárico asintomático o notablemente mejorado, mientras que del grupo que no utilizó ONB un 98,8 % llegó al centro hiperbárico sin mejoría o habiendo empeorado. Igualmente, en el grupo previamente tratado con ONB hubo un 4,2 % de fracasos del tratamiento mediante recompresión en cámara, frente a un 30 % en el grupo sin empleo previo del ONB.

En otro estudio, de un grupo de 46 accidentes de buceo de los que se trataron 30 con ONB, llegaron al centro hiperbárico el 50 % asintomáticos y un 20 % muy mejorados, mientras que en el grupo de los no tratados ninguno mostró mejoría.

## **Efectos de ONB en las enfermedades disbáricas**

Para una mejor comprensión del tema, vamos a desarrollarlo agrupando la sobrepresión pulmonar y los accidentes de descompresión en un solo apartado que denominaremos "enfermedades disbáricas", dado que en muchos aspectos los efectos de la ONB son similares en ambos casos. Posteriormente nos referiremos a los efectos del oxígeno en los casos de ahogamiento.

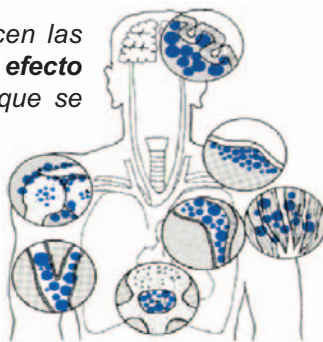
En la enfermedad descompresiva y en los casos graves de sobrepresión pulmonar, **se liberan burbujas dentro de los vasos sanguíneos** que pueden provocar la obstrucción de la circulación y una falta de riego sanguíneo en una zona del organismo, con la consiguiente falta de oxígeno, produciéndose un daño o incluso la muerte celular. En muchos tejidos existe una circulación colateral, que puede compensar la obstrucción de una arteria, proporcionando el riego y la oxigenación necesaria para el funcionamiento celular. En cambio, en ciertos órganos del sistema nervioso central, como el cerebro y la medula espinal, no existe apenas circulación colateral sino solo terminal, por lo que su obstrucción implica un mayor riesgo de daño celular y una mayor gravedad de las lesiones que se produzcan.

Este mecanismo de obstrucción brusca de la circulación de un territorio por burbujas **intravasculares** de gas (aire a presión o nitrógeno), es lo que se denomina embolismo gaseoso. Como ya hemos dicho, su consecuencia inmediata es la disminución de la concentración del oxígeno en los tejidos (hipoxia), que puede provocar lesiones irreversibles en

ellos cuando es muy prolongada. La obstrucción de los vasos por el embolismo gaseoso provoca que secundariamente se fijen plaquetas y otros elementos sanguíneos, dando lugar al desarrollo de trombosis y reacciones inflamatorias, que a su vez comprometen la oxigenación de los tejidos.

El otro mecanismo por el que se producen las lesiones en las enfermedades disbáricas, es el **efecto directo de las burbujas extravasculares**, que se forman por el nitrógeno disuelto **en los diferentes tejidos**.

Por todo ello y para combatir la hipoxia que se produce mediante los dos mecanismos mencionados, **obstrucción (aeroembolia) y microtrombosis**, es necesario un aporte suplementario de oxígeno que aumente la saturación del mismo en los tejidos lesionados.



Se ha comprobado que con el empleo del ONB se consigue saturar al máximo la hemoglobina en su capacidad de transporte de oxígeno y se aumenta la cantidad de oxígeno disuelta en el plasma. Este oxígeno disuelto, a pesar de no representar una gran cantidad, es de vital importancia para recuperar el tejido hipóxico, sobre todo en las áreas con menor circulación, ya que la integridad de los tejidos depende esencialmente de dos factores:

- Adecuada presión de oxígeno.
- Adecuado flujo sanguíneo que transporte el oxígeno.

En caso de enfermedad descompresiva, el ONB tiene la propiedad de favorecer y acelerar la eliminación del nitrógeno ( $N_2$ ) disuelto en los tejidos. La inhalación de oxígeno al 100 % hace descender a cero la presión parcial del nitrógeno inspirado, con lo que se produce una "desnitrogenización" mediante un fenómeno de gradientes de presión, que elimina el  $N_2$  de los tejidos y de las burbujas ya existentes.

Cuando un individuo respira oxígeno puro, el  $N_2$  pasa, por diferencias de presión, desde los tejidos a la sangre venosa y por aquí llega a los pulmones eliminándose por la respiración. Al respirar ONB al 100 % se incrementa la presión parcial del oxígeno circulante y disminuye la de Nitrógeno, provocando que la diferencia de presión parcial de  $N_2$  en las interfases sangre-tejido-burbuja favorezca la eliminación del Nitrógeno y con ello una disminución del tamaño de la burbuja (aunque sólo si se administra en las primeras dos horas tras la aparición de los síntomas). Si la ventilación con ONB continúa, puede llegar a eliminarse todo el  $N_2$  del organismo, ya que el contenido de  $N_2$  cae rápidamente en los tejidos con buena circulación. Un varón de 70 Kg. respirando ONB al 100 % puede perder 18 ml de  $N_2$ /minuto, siendo el tejido graso el más lento en desnitrogenarse.

Del mismo modo, en los cuadros de sobrepresión pulmonar en los que



no se haya producido *aeroembolismo arterial* pero sí cuadros de *enfisema subcutáneo* o *mediastínico*, el ONB disminuye las zonas de *enfisema*, pudiendo incluso *acelerar la resolución* de un posible *neumotórax*.

En todos los casos, **es fundamental el empleo del ONB:**

- **Lo más rápidamente posible** (ideal desde la primera hora a fin de que no se produzcan fenómenos de *agregación* alrededor de la burbuja que *dificultan la eliminación* del  $N_2$ ).
- A la **máxima concentración de oxígeno** (100%).
- **Con un flujo elevado** (15 litros).
- **Durante el mayor tiempo posible** (botellas con la *autonomía necesaria* que impidan que el buceador se quede sin ONB).
- Utilizando un tipo de  *mascarillas bien adaptadas a la zona oronasal*.

Es importante tener en cuenta que aunque el buceador mejore después de un corto periodo de tiempo respirando oxígeno, debemos continuar administrándolo hasta su traslado a una *unidad hiperbárica hospitalaria*, para evitar que aumente de nuevo la presión parcial de  $N_2$ , con riesgo de *nueva formación de burbujas* y *recaída*.



## Efectos de ONB en el ahogamiento

En el ahogamiento, aunque lo más importante en la evolución del paciente es el grado de *hipoxia cerebral*, el mecanismo por el que ésta se produce no es por una *causa localizada*, como en el apartado anterior, sino que tiene un *carácter general*, ya que la *presión parcial de oxígeno está disminuida en la sangre (hipoxemia)* y *secundariamente en todo el organismo*. Esta *hipoxia es debida a la alteración del intercambio gaseoso a nivel pulmonar debido a la obstrucción de las vías respiratorias y pulmones por la entrada de líquido desde el exterior*.

Para combatir dicha *falta de oxígeno*, deberemos tratar con ONB desde un *primer momento al buceador*, para así *aumentar las presiones parciales de oxígeno circulante* y *reducir los niveles de hipoxia*, principalmente en los *tejidos y órganos mas sensibles a la misma* como son el *cerebro y el corazón*. Por ello, debemos *complementar las maniobras de Soporte Vital Básico cuando sean necesaria*, aplicando ONB mediante *mascarilla o resucitador tipo Ambu si el paciente está inconsciente* o mediante *mascarilla o regulador a demanda si está consciente*.

# **No** debemos olvidar

1. *En caso de accidentes de buceo de tipo disbárico, es fundamental el empleo del ONB:*
  - \* *Lo más rápidamente posible (ideal desde la primera hora a fin de que no se produzcan fenómenos de agregación alrededor de la burbuja que dificultan la eliminación del N<sub>2</sub>).*
  - \* *A la máxima concentración de oxígeno (100%).*
  - \* *Con un flujo elevado (15 litros).*
  - \* *Durante el mayor tiempo posible (botellas con la autonomía necesaria que impidan que el buceador se quede sin ONB).*
  - \* *Utilizando un tipo de mascarillas bien adaptadas a la zona oronasal.*
2. *En el caso de que haya sido un accidente por ahogamiento, se deben complementar las maniobras de Soporte Vital Básico con la administración de oxígeno normobárico mediante los dispositivos de administración adecuados.*

***"La inmediata administración de oxígeno con un equipo adecuado y por personal entrenado puede ser el factor crítico para salvar la vida al buceador accidentado"***



# Equipos de suministro de oxígeno normobárico (ONB)



### ***Vamos a conocer***

1. *Los componentes fundamentales de los equipos de suministro de oxígeno normobárico de circuito abierto*
2. *Los distintos dispositivos para el suministro de oxígeno normobárico*
3. *Otros componentes que facilitan las maniobras de soporte vital y ONB en accidentados de buceo*

Como vamos a ver, los equipos para suministro de oxígeno normobárico tienen una gran semejanza con los que se utilizan para la práctica del buceo deportivo, con algunas diferencias que aclararemos convenientemente. Por este motivo, muchos de sus componentes nos serán muy familiares a la hora de aprender su manejo y a utilizarlos posteriormente.

Una primera clasificación entre los distintos tipos de equipos sería diferenciarlos según se trate de sistemas de circuito abierto o cerrado. En los primeros, el aire espirado se expulsa al exterior, sin posibilidades de reciclarse, mientras que los de circuito cerrado poseen unos sistemas que absorben el dióxido de carbono existente en el aire espirado, con lo que puede utilizarse nuevamente el oxígeno espirado para la respiración.

Sin entrar en las ventajas o inconvenientes de cada sistema, el Curso FEDAS de Administración de Oxígeno se basa en el aprendizaje y utilización de equipos de circuito abierto, por tratarse de los más difundidos, no sólo para la asistencia a accidentados de buceo sino para el resto de los dispositivos de emergencias.

## Componentes básicos



Los componentes básicos del equipo de suministro de oxígeno son:

- Botella de oxígeno a presión.
- Caudalímetro o manorreductor.
- Tubo de conexión.
- Dispositivos de suministro de oxígeno.
- Maleta de transporte.

## Botella de oxígeno a presión

Consiste en un recipiente metálico de forma cilíndrica, fabricado para soportar altas presiones. Si bien su principio de construcción es idéntico al de las botellas de aire comprimido y otros gases a presión, tiene algunas características que debemos conocer:

- Sólo deben ser cargadas de oxígeno para uso medicinal.
- Están identificadas por la palabra **OXÍGENO** grabada en la ojiva (parte superior).



- Los colores de identificación son el negro con la ojiva blanca (España) o el verde (EEUU).

- La rosca y el tipo de grifo están normalizados en nuestro país, no pudiéndose emplear grifos autorizados para otros tipos de gases.

- La presión máxima de trabajo suele ser de 200 kg/cm<sup>2</sup>, si bien es frecuente que sólo las carguen a 150 kg/cm<sup>2</sup>.

- Su capacidad varía, según el uso (portátil o fijo), siendo las más frecuentes para uso portátil las de 2,5 l, 3 l y 5 l. Otras medidas son menos recomendables por su poca capacidad o por su mayor tamaño o peso, que las hacen poco útiles para su manejo.

En su parte superior, la botella lleva roscado un grifo que debe estar normalizado para el uso de oxígeno a alta presión. En España, el acoplamiento del grifo al manorreductor se hace normalmente mediante una rosca de tipo hembra (Fig.10), Ø 22,91 en pulgada Whitworth, a derechas (R5/8"), si bien también se utilizan grifos con estribo de acoplamiento tipo Pin-Index.

Existen otros sistemas de suministro de oxígeno, tales como los contenedores de oxígeno líquido y las pastillas para producción química de oxígeno, pero debido a su poca difusión y utilidad para el uso que nos interesa, no vamos a describirlos.



Figura 10

## Caudalímetro o manorreductor de O<sub>2</sub>

Técnicamente, consiste en una válvula reductora de presión, que disminuye la presión existente en la botella (150-200 kg/cm<sup>2</sup>) a una presión adecuada para su empleo, mediante el acoplamiento de un sistema para suministro a flujo constante o un regulador de demanda inspiratoria. Permite conocer la presión de carga de la botella, mediante un manómetro para alta presión (Fig.11).



Figura 11

La presión de salida no es regulable, pero sí podemos variar el caudal de oxígeno que proporciona el regulador, en un rango que varía entre 0 y 15 -25 litros por minuto (lpm), según los modelos. Por ello, este regulador se denomina normalmente caudalímetro. La regulación del flujo se realiza mediante una llave giratoria, con un indicador que marca la cantidad de litros por minuto que proporciona el equipo.

El acoplamiento al grifo puede realizarse mediante distintos sistemas, siendo los más utilizados en España el sistema de rosca hembra Ø 22,91

R5/8 y el Pin-Index. Hay que saber que algunos sistemas de acoplamiento necesitan el uso de juntas o arandelas para evitar pérdidas, que deberán ser especiales (teflón, silicona, poliuretano, butyl) para poder utilizarse con equipos de oxígeno a presión.



El caudalímetro posee unas salidas para conectar los dispositivos de suministro de oxígeno. Las más corrientes son las de flujo constante, para mascarillas tipo venturi o de alta concentración y las salidas roscadas tipo DISS (Diameter Indexing Safety System), que proporcionan oxígeno a una presión intermedia de  $4 \text{ kg/cm}^2$ , necesaria para acoplar reguladores de demanda inspiratoria.



## **Tubo de conexión**

Consiste en un tubo flexible de plástico que canaliza el oxígeno hasta la mascarilla. En sus extremos posee unos conectores adaptados al tipo de dispositivo de suministro de oxígeno que vayamos a emplear. Para los sistemas de flujo continuo (mascarillas), el acoplamiento se hace simplemente encajando a presión el extremo del tubo en el conector correspondiente del caudalímetro. Para el regulador a demanda inspiratoria, se necesita un tubo especial, con conectores roscados tipo DISS en sus dos extremos. En ambos casos, la longitud del tubo debe ser suficiente para realizar el suministro de oxígeno a un accidentado de forma confortable.

## **Mascarillas**

Existen varios dispositivos que permiten administrar oxígeno normobárico a un accidentado según las circunstancias de cada caso. Los más utilizados se basan en una mascarilla anatómica fabricada en material plástico o silicona transparente acoplada a un sistema que permite suministrar el oxígeno a las con-

centraciones adecuadas. Básicamente podemos diferenciarlos en dos tipos:

- A. Mascarillas de flujo continuo.
- B. Mascarilla con regulador a demanda inspiratoria.

#### A. Mascarillas de flujo continuo:

##### **Mascarilla de bolsillo:**

También llamada Pocket-Mask® o Rescue Mask®, consiste en una mascarilla transparente y flexible, que puede ser plegada para mayor comodidad. Posee una válvula antirretorno para aplicar respiración artificial boca a boca y según los modelos, un conector que permite acoplar un tubo de oxígeno para suministro continuo. El diámetro del orificio principal está normalizado y también nos permite acoplar un resucitador manual tipo Ambu® (Fig.12).



Figura 12

##### **Cánulas nasales:**

También llamadas "gafas nasales", consisten en una simple prolongación del tubo conector, con dos salientes que se introducen en cada una de las fosas nasales y que permiten dar un suplemento de oxígeno, que alcanza unas concentraciones muy bajas en el aire inspirado. Por este motivo, su uso para ONB está desaconsejado.

##### **Mascarilla tipo venturi:**

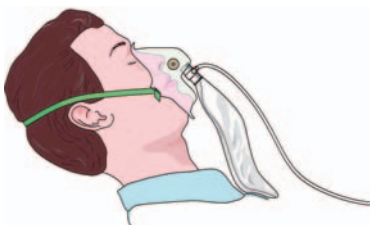
Se conocen corrientemente como Ventimask®. También están construidas en material plástico transparente y poseen unos orificios para que salga el aire espirado y se mezcle el aire con el oxígeno del interior, produciéndose una concentración en la mezcla entre el 24-50% gracias a un sistema que permite regular la proporción de aire ambiente-oxígeno. La ventaja reside en que en este tipo de mascarillas el suministro es conocido y constante y no está influido por el patrón respiratorio del paciente. No se aconsejan para ONB en accidentes de tipo disbárico, por su baja concentración de O<sub>2</sub> (Fig.13).



Figura 13

##### **Mascarilla de alta concentración:**

Es una mascarilla a la que se le ha acoplado una bolsa-reservorio, que acumula el oxígeno proveniente de la botella. Tiene una válvula unidireccional entre la mascarilla y la bolsa reservorio que impide que el aire espirado entre en la bolsa, y con otra válvula en la mascarilla que permite la salida del gas pero no la entrada de aire. Se pueden conseguir concentraciones del





85-100%, si bien lo normal es alcanzar entre un 65-75%.

### **B. Mascarilla con regulador a demanda inspiratoria:**



Figura 14

Su principio de funcionamiento es el mismo que una segunda etapa de los reguladores empleados para la inmersión, si bien está adaptado para ser utilizado con oxígeno a alta presión. En lugar de una boquilla, lleva acoplada una mascarilla que cubre la boca y nariz. Permite una concentración de oxígeno casi del 100 % si está bien ajustado a la cara. Su principal ventaja es que se consigue una mayor duración del suministro de oxígeno que los sistemas de flujo continuo, ya que sólo suministra oxígeno al efectuar una inspiración (Fig.14).

Debido a que sólo proporcionan oxígeno al inspirar, su uso es posible únicamente en accidentados conscientes.

## **Maletas de transporte**

El transporte y la protección del equipo de oxigenoterapia requieren utilizar un contenedor específico, preferentemente de material resistente a los golpes y ligero de peso.



Figura 15

A pesar de que existen bolsas de material blando, para un uso relacionado con el medio acuático es preferible emplear maletas de plástico resistente, preferentemente estancas a las salpicaduras y con la capacidad necesaria para contener todos los componentes de nuestro equipo de ONB (Fig.15).

Sobre la conveniencia de llevar montado o no el caudalímetro en la botella, dentro de la maleta, hay diferencias según el tipo de equipo. Si el grifo tiene un acoplamiento mediante rosca DIN, la mayoría de los equipos pueden transportarse con el caudalímetro montado, siempre que se haga dentro de una maleta resistente, adaptada para hacerlo de forma segura. Si el equipo se transporta en una bolsa de material blando, es mejor hacerlo de forma separada. En el caso de los equipos con acoplamiento tipo Pin-index, se recomienda transportarlo siempre (incluso dentro de la maleta), con el caudalímetro desmontado.

## **Otros componentes**

Además de los componentes básicos descritos anteriormente, existen algunos otros que pueden facilitarnos las maniobras de reanimación de un accidentado mediante ONB, especialmente si tenemos que aplicar también Soporte Vital Básico, por lo que es conveniente conocerlos aunque sea de forma simple.

### **Resucitador de mano tipo Ambu ®:**

Consiste en una mascarilla acoplada a una bolsa de material plástico elástico, con una válvula unidireccional en cada extremo, que puede ser comprimida manualmente para insuflar aire a un accidentado que se encuentre inconsciente o con la respiración muy deprimida. A pesar de su simplicidad, su uso requiere un cierto aprendizaje, especialmente para mantener la mascarilla bien ajustada a la cara del paciente. Se le puede adaptar un tubo y una botella de oxígeno con caudalímetro y también una bolsa reservorio, con lo que obtendríamos concentraciones de oxígeno más elevadas. Dado su relativamente fácil manejo y sencillez, recomendamos su uso en los equipos de ONB (Fig.16).



Figura 16

### **Tubo de Guedel:**

Es una cánula curvada, que se utiliza para impedir que la lengua caiga hacia atrás, ocluyendo así la vía aérea, durante las maniobras de Soporte Vital Básico o Avanzado o administración de oxígeno normobárico en pacientes inconscientes. Su empleo también es relativamente simple, pero no deberemos utilizarlo si antes no hemos aprendido a colocarlo de forma correctamente (Fig.17).



Figura 17

## **Sistemas de oxigenoterapia de circuito cerrado**

Su particularidad consiste en que, además de los componentes básicos de los equipos circuito abierto de ONB, llevan incorporado un contenedor absorbente de CO<sub>2</sub> que permite la reutilización del oxígeno espirado por el buceador accidentado (Fig.18).

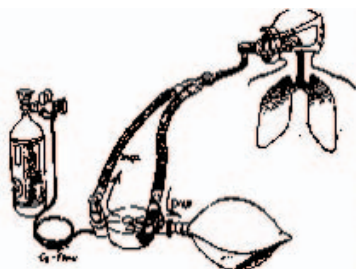


Figura 18



Este reciclaje del oxígeno espirado aumenta considerablemente la autonomía del equipo, permitiendo que un botellín de 2 litros de oxígeno proporcione más de 6 horas de tratamiento con ONB.

## **No** debemos olvidar

1. *Sólo deben utilizarse componentes homologados o normalizados para el empleo de oxígeno a alta presión en los equipos de suministro de oxígeno normobárico.*
2. *No debemos realizar adaptaciones de equipos de suministro de aire comprimido para la utilización de oxígeno a presión.*
3. *Deben seleccionarse las mascarillas y dispositivos de suministro de oxígeno normobárico que nos permitan obtener la mayor concentración de oxígeno (lo más cercana al 100 %).*
4. *Las mascarillas tipo venturi no son recomendables para la asistencia a accidentados de buceo con oxígeno normobárico.*
5. *Debemos utilizar una maleta o bolsa protectora para el transporte y almacenamiento del equipo portátil de suministro de oxígeno normobárico.*
6. *Los componentes del equipo de oxigenoterapia deben permitir el suministro a accidentados conscientes o inconscientes.*

# Consejos y precauciones para la utilización de oxígeno normobárico



### *Vamos a conocer*

1. *Las características físicas del oxígeno*
2. *Los efectos sobre el organismo cuando es respirado a altas concentraciones*
3. *Las precauciones que debemos guardar cuando se manipula a alta presión*
4. *Los consejos del uso y mantenimiento de los equipos de suministro de ONB*

Antes de emplear un equipo de ONB debemos conocer perfectamente sus características y forma de utilizarlo, para evitar los posibles riesgos derivados de un mal uso del oxígeno a altas concentraciones y del manejo de recipientes a presión. Si bien los buceadores deportivos estamos acostumbrados a manipular y utilizar botellas de aire comprimido a alta presión, debemos recordar que el uso de equipos de suministro de oxígeno a altas concentraciones requiere unos conocimientos y precauciones especiales.

### **Características físicas del oxígeno**

El oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido, que se encuentra presente en la atmósfera, formando parte del aire que respiramos, en una proporción aproximada del 21%.

Respirado a concentraciones diferentes, pueden aparecer problemas en el organismo. Si lo hacemos a menor concentración, llegaría menos cantidad de oxígeno a los tejidos y aparecerían signos de hipoxia. Si respiramos oxígeno a altas concentraciones durante periodos prolongados, pueden desarrollarse signos de toxicidad por oxígeno en algunos órganos.

El oxígeno es el gas necesario para la combustión de los materiales, pero por sí mismo no es un gas inflamable ni explosivo. Tiene la característica de combinarse rápidamente con otros elementos, siendo un gran comburente, es decir, que acelera y activa de forma importante la combustión de otros materiales. Las materias combustibles se incendian con facilidad y arden vigorosamente cuando aumenta la concentración de oxígeno en la atmósfera. Algunos materiales normalmente no son combustibles en el aire pero arden en oxígeno puro o en atmósferas enriquecidas del mismo.

Por todo ello, debemos tener siempre en cuenta el riesgo de incendio cuando estemos utilizando oxígeno a altas concentraciones.

## **Riesgos de la utilización del ONB**

### **▪ Derivados de la respiración de oxígeno puro:**

Existen dos tipos de toxicidad por oxígeno: sobre el sistema nervioso central (SNC) y sobre el pulmonar.

La toxicidad sobre el SNC sólo aparece al respirar oxígeno a presión superior a la atmosférica, por lo que no se produce con la oxigenoterapia normobárica.

La toxicidad pulmonar ocurre si se respira oxígeno a altas concentraciones, de forma continuada, durante varias horas, por un daño directo en los alvéolos pulmonares. El mecanismo de la toxicidad pulmonar por oxígeno es una alteración de las células que recubren los vasos de los alvéolos, provocando un edema entre ellos que puede disminuir la función respiratoria. Este cuadro puede provocar tos seca, dolor en el pecho, expectoración y en los casos más graves una sensación de dificultad para respirar. La sensibilidad a la toxicidad del ONB varía se-

gún los individuos.

Dado que la administración de oxígeno en accidentes de buceo siempre la haremos **durante un periodo corto de tiempo y a presión atmosférica**, los riesgos de efectos tóxicos del oxígeno son prácticamente nulos.

#### • **Derivados del manejo de oxígeno a alta presión:**

Ya conocemos los riesgos y precauciones necesarias para el manejo de recipientes (botellas) que contienen gases a alta presión. En el caso del oxígeno, se necesita un mayor cuidado debido a sus propiedades físicas. Los riesgos principales son los de explosión o incendio por un mal uso o funcionamiento inadecuado del equipo (botellas, reguladores, válvulas de seguridad, etc.)

Hemos comentado anteriormente que el oxígeno tiene la capacidad de combinarse rápidamente con otros elementos, pudiendo formar una mezcla con capacidad de combustión, incluso de forma espontánea. Además, al tratarse de un ambiente con una concentración elevada de oxígeno, la combustión se producirá con mayor facilidad e intensidad que en el aire atmosférico.

#### **Consejos para la utilización del ONB:**

En la aparición de toxicidad por oxígeno normobárico intervienen diversos factores, tales como el tiempo de exposición, la sensibilidad de cada persona y la ingesta de algunos medicamentos, entre otros.

De ellos, el más importante es el tiempo de utilización del ONB y los síntomas más graves aparecen a partir de las doce horas de respirar ONB a alta concentración de forma ininterrumpida. En todos los casos los efectos desaparecen a las 24-72 horas del cese de la exposición al ONB.

Como ya hemos explicado anteriormente, en el suministro de oxígeno normobárico para accidentes de buceo, el tiempo de administración no suele ser prolongado, ya que se trata de una medida transitoria hasta que se realiza el tratamiento definitivo, por lo que el riesgo de toxicidad pulmonar es muy bajo.

Para prevenir la aparición de los efectos de la toxicidad pulmonar deberemos anotar la hora de comienzo del suministro de ONB y comunicarlo a las asistencias sanitarias responsables de su tratamiento definitivo. En caso necesario, podemos alternar el ONB con breves periodos de aire (concentración de oxígeno del 21%).

Referente a la sensibilidad individual y a la posible intolerancia al mismo, algunos autores también recomiendan la exposición intermitente al oxígeno para retardar así sus efectos tóxicos.

## Consejos de uso de los equipos de administración de oxígeno normobárico

Como norma general, sólo las personas entrenadas y con experiencia deben manipular los recipientes y equipos de administración de oxígeno normobárico. En cualquier caso, **hay que observar siempre las siguientes normas:**



- Las botellas se almacenarán en zonas preparadas para ello y bien ventiladas, libres de riesgos de incendio y fuentes de calor, prohibiéndose fumar y el uso de llamas en su interior.

- Se cumplirán las normas y reglamentos concernientes al transporte, mantenimiento y revisión de recipientes de alta presión.

- Los equipos deberán estar en perfectas condiciones de uso, cargados y revisados de forma periódica.

- No elimine o deteriore las etiquetas puestas por el suministrador.

- Asegúrese de la identidad del gas antes de utilizarlo.

- Conozca y comprenda las propiedades y riesgos asociados con el oxígeno antes de usarlo.

- Utilice aparatos de regulación de presión apropiados en todas las botellas.

- Para abrir el grifo de la botella, hágalo lentamente.

- Donde haya sospecha de fuga aplique una solución de agua jabonosa neutra: Las burbujas detectarán la fuga.

- Mantenga la boca de salida de la válvula limpia y libre de contaminantes principalmente aceites y grasas.

- No someta las botellas a choques mecánicos anormales que puedan dañar el cuerpo de la misma y la válvula.

- No intente reparar las botellas o sus componentes. Cualquier anomalía debe ser comunicada al suministrador.



## Precauciones de uso

Además de estas normas, hay que insistir en ciertas precauciones, **encaminadas principalmente a evitar el riesgo de incendio o explosión, por las propiedades físicas del oxígeno.**

· Abrir siempre lentamente el grifo de la botella de oxígeno.



▪ Debe tenerse especial cuidado con todo lo que se refiera al contacto con grasas, aceites, lubricantes, etc. No hay que manipular nunca los equipos con las manos manchadas de aceites o grasas ni utilizarse jamás para lubricar o engrasar ninguno de sus componentes. En caso necesario, habrá que desengrasarlos inmediatamente con algún disolvente idóneo.

▪ No utilizar nunca juntas de estanqueidad (tóricas o planas) de goma, ya que al degradarse pueden reaccionar con el oxígeno a presión, facilitando su combustión. En algunos equipos, se utilizan juntas de materiales sintéticos especiales, por lo que habrá que emplear siempre el tipo adecuado a cada equipo.

▪ Mantener la fuente de oxígeno lejos de puntos eléctricos, chispas, llamas, etc. Toda atmósfera con una concentración de oxígeno mayor del 25 % puede ocasionar una combustión viva, por tal motivo deberemos utilizar tejidos poco combustibles (evitar los acrílicos) y **estará terminantemente prohibido fumar durante el suministro de oxígeno a un accidentado** (a veces lo obvio es lo más difícil de cumplir).

▪ En caso de fuga, se procederá al cierre de la válvula y a ventilar los espacios cerrados, para evitar un ambiente con aire enriquecido de oxígeno. En este caso es necesario airear también la ropa pues se impregna fácilmente del mismo y un cigarrillo podría provocar su combustión.



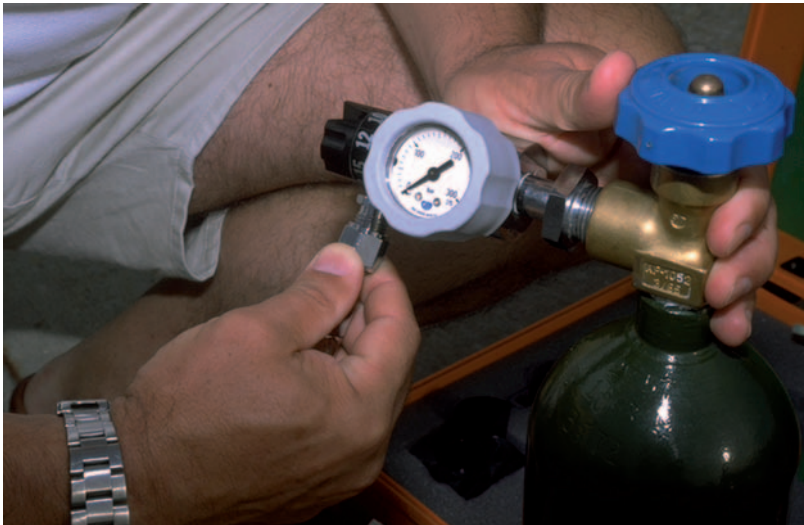
## No debemos olvidar

1. El uso de equipos de suministro de oxígeno a altas concentraciones requiere un conocimiento y precauciones especiales.
2. Si respiramos oxígeno a altas concentraciones durante periodos prolongados, pueden desarrollarse signos de toxicidad por oxígeno en algunos órganos.
3. Cuando sospechemos que se esté produciendo un cuadro de intoxicación pulmonar deberemos intercalar periodos con aire o suspender definitivamente su empleo.
4. Debemos tener siempre en cuenta el riesgo de incendio cuando estemos utilizando oxígeno a altas concentraciones.
5. Deben extremarse las precauciones durante la manipulación de equipos de ONB y especialmente durante el suministro a un accidentado.





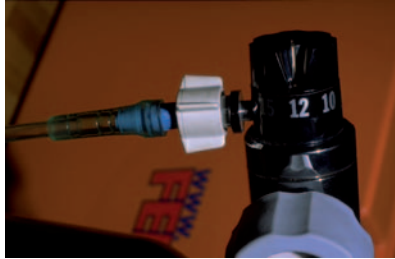
# Técnicas de suministro de oxígeno normobárico



### ***Vamos a conocer***

1. ***Cómo utilizar de forma adecuada el equipo de suministro de oxígeno de circuito abierto***
2. ***Cómo utilizar los distintos dispositivos de administración de ONB***

Antes de entrar a describir los procedimientos de uso de cada uno de los sistemas de suministro de oxígeno normobárico, debe conocerse el montaje y manejo de la fuente de suministro de O<sub>2</sub>, es decir de la botella y de su manorreductor con caudalímetro.



Una vez acoplado el manorreductor-caudalímetro al grifo (si no lo llevá-bamos montado), giraremos **lenta-mente** el mando del grifo de la botella, para comprobar la presión de carga del equipo y que no existan fugas. Si esto ocurre, cerraremos el grifo y comprobaremos el acoplamiento del caudalímetro al grifo.

Si la presión de la botella es suficiente, acoplaremos el tubo conector de la mascarilla o regulador a demanda en la salida adecuada e iniciaremos el suministro de oxígeno. Si el accidentado está consciente, antes de acoplarle una mascarilla, **le tranquilizaremos diciéndole que vamos a administrarle oxígeno** y procederemos a colocar la mascarilla en la cara del enfermo, procurando que quede lo más ajustada a la misma.

## Uso de la mascarilla de bolsillo

Una vez extraída de su funda, ajustaremos la válvula antirretorno en el orificio superior y soplaremos para comprobar que funciona correctamente. A continuación conectaremos el tubo de suministro de oxígeno (si la mascarilla viene preparada para ello) y abriremos la llave de la botella, ajustando el caudalímetro a 15 lpm.

Dado que la mascarilla de bolsillo se utiliza para realizar respiración artificial en pacientes inconscientes, deberemos situarnos a un lado del accidentado, ajustar firmemente la mascarilla alrededor de la boca y nariz e iniciar la ventilación artificial boca-mascarilla o con Ambu, a una frecuencia aproximada de 12 ventilaciones por minuto.



Como en el resto de técnicas que requieren el uso de mascarillas, es necesario asegurarse de la perfecta adaptación a la cara del accidentado para que las maniobras sean eficaces.

## Resucitador manual tipo Ambu ®

Este aparato sustituye la ventilación boca-mascarilla, en accidentados inconscientes con parada respiratoria o respiración no efectiva, por medio de la insuflación del aire contenido en una bolsa flexible, resultando más cómodo, especialmente si las maniobras de soporte vital básico se prolongan. A pesar de que requiere un entrenamiento para su manejo, su

uso se ha generalizado en los equipos de reanimación hospitalarios y extrahospitalarios.

Para su empleo, nos podemos colocar a un lado, o mejor, detrás de la cabeza del accidentado, adaptando la mascarilla a la cara del paciente y manteniéndola bien ajustada con nuestra mano izquierda. Para ello colocaremos el dedo pulgar a un lado del acople de la mascarilla con la bolsa, el índice en el lado opuesto y con los tres dedos restantes sujetaremos el mentón. A continuación comenzaremos a insuflar aire a un ritmo de 12 veces por minuto, comprobando que se produce la elevación del pecho al ventilar (Fig. 19).

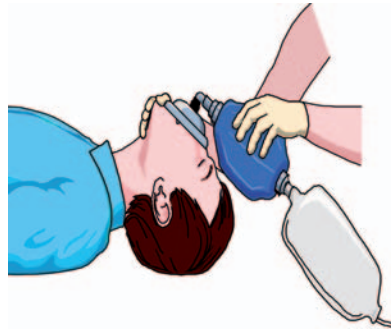


Figura 19



El Ambu® tiene la ventaja de insuflar aire con una proporción del 21% de O<sub>2</sub>, frente al método boca a boca que lo hace a un 16%. Si necesitamos una mayor concentración de dicho gas, podemos acoplar al Ambu® un tubo conector para suministro continuo de oxígeno normobárico.

Si necesitamos una alta concentración de oxígeno, puede acoplarse al Ambu® una bolsa reservorio, con entrada de oxígeno, con lo que podemos alcanzar un porcentaje de oxígeno del 90% o superior.



### **Sistemas para asegurar la vía de aire:**

Es sabido que en una persona inconsciente tendida boca arriba, la lengua cae hacia atrás ocluyendo la vía respiratoria, y que basta, en muchas ocasiones, con abrir la vía de aire para que la respiración comience espontáneamente.

Los dos sistemas que hemos explicado anteriormente suelen utilizarse precisamente en pacientes inconscientes, por lo que habrá que cuidar especialmente durante el suministro de aire y oxígeno, la maniobra frente-mentón para la liberación de la vía aérea.

Una ayuda para mantener la vía aérea permeable es el uso de



un tubo de Guedel, que consiste en una cánula curvada de plástico blando, que se introduce en la faringe a través de la boca, quedando situado por detrás de la lengua, impidiendo su caída hacia atrás. De esta forma, la vía aérea permanece abierta, independientemente de la posición de la cabeza del accidentado.

Existen tubos de Guedel de diversos tamaños, pero los más usados son los de los números 4, 5 y 6 (Fig.20).



Figura 20

Como regla general, para saber si el tamaño del tubo es el adecuado para una persona determinada, se coloca un extremo del mismo en la comisura de los labios del paciente y si el otro extremo alcanza el ángulo de la mandíbula, se considera un tamaño adecuado (Fig.21).



Figura 21



Figura 22



Figura 23

El tubo se coloca, durante el primer tramo con el extremo laríngeo mirando hacia el paladar (Fig.22) y salvado éste, se gira 180 grados y se introduce hasta aprisionar la lengua, asegurando de esta forma la entrada de aire en las vías respiratorias (Fig.23).

## Uso de mascarillas de alta concentración

Su empleo está indicado en **pacientes conscientes que mantienen una respiración espontánea efectiva**. La principal diferencia consiste en que al llevar acoplada una bolsa reservorio, podremos alcanzar concentraciones de oxígeno superiores al 50%.

Primero, conectaremos el tubo conector de la mascarilla al caudalímetro y abriremos el caudalímetro hasta alcanzar 15 l/m. Para conseguir que se llene la bolsa, taparemos con el dedo el orificio de salida de la válvula.



Una vez llena, explicaremos al accidentado que **vamos a administrarle oxígeno y que le ayudará a sentirse mejor** y le ajustaremos la mascarilla alrededor de su boca y nariz. Para un mejor ajuste, doblaremos la pestaña metálica que tiene a la altura de la nariz y pasaremos alrededor de la cabeza la cinta elástica para mantenerla en su sitio.



## Uso del regulador a demanda inspiratoria

En primer lugar hay que acoplar el tubo de suministro especial a la salida DISS del caudalímetro y al regulador, asegurándose de que estén bien apretadas.



Luego abriremos lentamente el grifo de la botella y ajustaremos la llave del caudalímetro para un flujo de 15 l/m.

Dado que se utiliza en **pacientes conscientes que mantienen una respiración espontánea efectiva**, le indicaremos antes de comenzar que **vamos a administrarle oxígeno y que le ayudará a sentirse mejor**.

A continuación ajustaremos la mascarilla a la cara del accidentado y le indicaremos que respire tranquilamente, igual que si lo hiciera por un regulador de buceo.

Hay que comprobar que el suministro se hace de forma correcta, observando que la mascarilla se empaña al espirar y que los movimientos respiratorios del tórax se hacen de forma regular.

Una vez comprobada que la respiración se hace de forma correcta, podemos decirle al accidentado que sujete él mismo la mascarilla, si es posible.



### Mantenimiento del equipo:

La mejor medida para prevenir fallos a la hora de utilizar nuestro equipo es realizar un mantenimiento periódico y después de cada uso.

Los componentes que entren en contacto con el accidentado (mascarillas, tubos de Guedel) y que no sean desechables, deben lavarse después de usarlos, con una solución de lejía rebajada al 10%, enjuagarlos con agua dulce y secarlos antes de guardarlos.

Los componentes que no puedan lavarse y secarse con garantías

(mascarillas con bolsa reservorio) es preferible que sean desechables, renovándolos después de cada uso.

Los componentes metálicos (regulador, caudalímetro) pueden limpiarse con un trapo húmedo y aire si tienen restos de arena por fuera.

No deben desmontarse para su limpieza o reparación más que por personal técnico cualificado.

Las botellas de oxígeno deberán ser recargadas después de cada uso y revisadas periódicamente.



## **No** debemos olvidar

1. En accidentados inconscientes o con respiración ausente o ineficaz, debemos iniciar maniobras de soporte vital básico, utilizando una mascarilla simple o un resucitador manual tipo Ambu®, para realizar respiración artificial con suministro de oxígeno a flujo constante.
2. El uso de tubos de Guedel es recomendable, pero sólo si se está entrenado para su manejo con seguridad.
3. En accidentados conscientes, con respiración espontánea efectiva podemos utilizar una mascarilla de alta concentración con bolsa reservorio o un regulador a demanda inspiratoria.
4. Es aconsejable, antes de iniciar el suministro a un accidentado consciente, advertirle que vamos a utilizar oxígeno, que es inocuo y que le ayudará a sentirse mejor.
5. En todos los casos, debemos administrar el flujo de oxígeno suficiente, como norma 15 litros por minuto.
6. Después de cada uso, deberán limpiarse adecuadamente y reponerse todos los componentes utilizados.
7. Las botellas de oxígeno deben recargarse después de cada uso, sometiénolas a revisiones periódicas por personal cualificado.

# Plan de actuación en oxigenoterapia normobárica para accidentes de buceo



### ***Vamos a conocer***

- 1. La secuencia de acciones que deberemos realizar ante un accidente de buceo*
- 2. La valoración general y el reconocimiento de síntomas ante un accidentado de buceo*
- 3. La activación del plan de emergencia y las condiciones de traslado a un centro médico especializado*



Si nos encontramos ante una situación en la que tengamos que prestar ayuda a un posible accidentado de buceo, deberemos realizar una secuencia de acciones, determinadas previamente y en las que el reanimador debe poseer el entrenamiento suficiente para que sean efectivas. Dado que algunos accidentes disbáricos graves pueden provocar una alteración de las funciones vitales, especialmente pérdida de conciencia, puede ser necesario asociar medidas de Soporte Vital Básico y ONB.

Esta secuencia de medidas a aplicar, constituye el **Plan de Actuación para oxigenoterapia normobárica (ONB)**, en el que fundamentalmente tendremos que:

- Asegurar a la víctima y al propio socorrista.
- Pedir ayuda lo antes posible.
- Valorar las funciones vitales.
- Aplicar Soporte Vital Básico si es necesario.
- Identificar signos y síntomas de un accidente disbárico.
- Realizar un reconocimiento inicial básico.
- Aplicar oxígeno normobárico.
- Preparar el traslado a un Centro Médico Hiperbárico.

## 1. Seguridad de las personas

### **Garantizar la seguridad del accidentado y socorrista:**

Una vez evaluada la situación, deberemos asegurar la protección del accidentado y de las personas que intervienen en la atención inmediata, utilizando medidas de autoprotección y señalización, para prevenir riesgos secundarios.

## 2. Comprobar nivel de consciencia

En la mayoría de los casos, un accidente de buceo **no suele producir una pérdida de consciencia**, pero algunos accidentes graves (sobrepresión pulmonar, enfermedad descompresiva y ahogamiento) sí pueden provocarla, por lo que ante todo accidentado de buceo, la primera medida será:



### **Confirmar inmediatamente la pérdida de consciencia:**

Para ello es necesario comprobar si la víctima responde a estímulos. Sujetándola por sus hombros, le moveremos y preguntaremos en voz alta: "¿Está usted bien?".

### 3. Petición de ayuda

**Si responde, con movimiento o contestando:**

Podemos dejar al accidentado en la posición en la que lo encontramos, comprobando si existe alguna lesión, pero es preferible colocarlo en posición de seguridad, antes de proceder a reconocer los posibles signos y síntomas de un accidente de buceo.



**Si no hay respuesta:**

Pedir ayuda inmediatamente (active el plan de emergencias), procurando no abandonar al accidentado, para lo cual enviaremos a alguien por ayuda si hay más de una persona en el lugar del accidente. Deberá usarse el sistema más rápido (teléfono móvil o emisora). Si se encuentra solo, continúe con los pasos siguientes.



### 4. Aplicar soporte vital básico

Ante un accidentado inconsciente, deberemos aplicar el Plan de Actuación en Soporte Vital Básico, según lo recomendado por el Consejo Europeo de Resucitación (ERC), hasta la llegada de personal sanitario.



### 5. Ventilación artificial con ONB

Para aplicar Soporte Vital Básico no se requiere ningún material pero, si tras la valoración del accidentado vemos que no respira y necesitamos iniciar la respiración artificial, es mejor realizarla mediante mascarilla o resucitador manual tipo Ambu®, preferiblemente con un aporte de oxígeno normobárico a la mayor concentración posible y a un flujo de 15 l/min. Los pasos a realizar para ello son:



- Colocaremos al accidentado boca arriba, si previamente no estaba en esta posición y nos situaremos por detrás de la cabeza.

- En el supuesto de presentar agua o secreciones en cavidad bucal procederemos a su aspiración si disponemos de dispositivos específicos para ellos.

- Se desaconseja intentar retirar posibles objetos de la vía aérea hurgando con el dedo índice por el peligro contrastado de introducir aún más el objeto. Solo intentaremos retirar aquellos objetos que de forma evidente y clara obstruyan la vía aérea y sean de fácil extracción.



- Manteniendo la cabeza extendida con la maniobra frente-mentón, aplique la mascarilla de bolsillo alrededor de la nariz y la boca, asegurándose de que se adapta correctamente. Previamente, deberemos haberle conectado el tubo de suministro del equipo de oxígeno, regulado para un flujo de 15 l/m.

- Tome aire y sople de forma constante durante unos dos segundos, comprobando que el aire no se escapa alrededor de la mascarilla. Observe si el pecho se eleva como en una respiración normal (en un adulto se requieren normalmente medio litro de aire).

- Manteniendo la cabeza del accidentado extendida, retire su boca y observe si el pecho desciende al salir el aire.

- Inspire de nuevo y repita la secuencia.

- Si utilizamos un resucitador manual tipo Ambu®, la técnica básicamente es la misma, salvo que al emplear una mano para comprimir la bolsa, con la otra deberemos mantener la mascarilla adaptada y la posición del mentón hacia arriba para evitar la caída de la lengua.



- Para conseguir la mayor concentración de oxígeno con el Ambu®, es aconsejable utilizarlo con bolsa reservorio, a la cual conectaremos el tubo de suministro de oxígeno en flujo continuo.

- Durante la ventilación artificial con mascarilla o Ambu®, es recomendable también utilizar un tubo de Guedel para evitar la caída de la lengua hacia atrás, siempre que estemos capacitados para su colocación.

## 6. Posición Lateral de seguridad (PLS)

Si tras la evaluación de las funciones vitales observamos que el accidentado está inconsciente, pero respira, deberemos colocarlo en posición lateral de seguridad, con lo que podremos controlar el vómito y mantener libre la vía aérea, al evitar la caída de la lengua hacia atrás.



Una vez comprobada la inconsciencia y la presencia de respiración y pulso estables, nos arrodillaremos junto a la víctima y mantendremos la vía aérea libre extendiendo la cabeza (frente-mentón). A continuación realizaremos las siguientes maniobras:

Colocar el brazo más próximo a nosotros en ángulo recto, a la altura del hombro y con la palma hacia arriba (posición de saludo).

Situar el otro brazo alrededor del cuello, con el codo flexionado, encima del pecho, manteniendo la mano cerca de la cara.

Con la otra mano, flexionar la rodilla más lejana a nosotros.

Haremos girar hacia nosotros al accidentado, tirando de la rodilla flexionada, mientras protegemos su cara con la mano situada bajo ella. Si es necesario, podremos también traccionar del hombro para facilitar el giro.

Colocar la cadera y la rodilla que hemos girado en ángulo recto, para asegurar la estabilidad de la posición.



Revisar la posición de la cabeza y cuello para mantener libre la vía aérea. Comprobar regularmente la respiración.

Esta posición es la adecuada para aquellas situaciones de inconsciencia no traumática, por lo que conviene saber que en otros casos (lesiones de columna, desmayos o lipotimias, heridas en abdomen, etc.) puede ser necesario colocar al accidentado en otra posición.

## 7. Reconocer un accidente de buceo

Como ya hemos dicho, en la mayor parte de los casos un buceador que puede haber sufrido un accidente de buceo se encontrará consciente, por lo que podrá explicarnos sus síntomas y colaborar en una exploración sencilla. También es muy importante que nos informe sobre el perfil de la inmersión y aquellos detalles de la misma que puedan ser de interés. Es importante que tengamos en cuenta que para reconocer un posible accidente de buceo debemos valorar siempre:

¿Qué siente el accidentado?, es decir sus síntomas.

¿Qué le notamos nosotros?, es decir los signos.

¿Qué ha ocurrido durante el buceo?, el perfil y los detalles de la inmersión.

### **Síntomas de un accidente de buceo:**

En el capítulo 4 hemos explicado los síntomas y signos que pueden aparecer tras un accidente de buceo, por lo que no insistiremos aquí en ellos. De todas formas, si vamos a recordar algunos conceptos que nos parecen importantes.

- En general, los accidentes de tipo disbárico graves y los ahogamientos suelen afectar al aparato cardiocirculatorio, respiratorio y al sistema nervioso (funciones vitales). Los accidentes leves, sobre todo los de tipo descompresivo afectan a los tejidos superficiales (piel, músculos, etc.) y al aparato locomotor (huesos y articulaciones).

- Un accidentado inconsciente tras una inmersión, **lo más probable** es

que haya sufrido una sobrepresión pulmonar o un ahogamiento.

- Si el accidentado refiere dolor en el pecho o dificultad para respirar, acompañada de tos o expectoración manchada de sangre, lo más probable es que se trate de una sobrepresión pulmonar.

- Si aparece dificultad para mover alguna extremidad o alteraciones de la sensibilidad en una zona del cuerpo, lo más probable es que se trate de un accidente de descompresión o una sobrepresión pulmonar.

- Las manifestaciones de la sobrepresión pulmonar aparecen de forma inmediata tras la subida a superficie y en ocasiones también durante el ascenso del buceador, siendo excepcional su aparición después de transcurridas algunas horas desde la inmersión.

- Los síntomas y signos de la enfermedad descompresiva no suelen aparecer de forma inmediata tras el ascenso (excepto en los casos graves). La mayoría aparecen dentro de las primeras dos horas y el 95 % de los casos antes de las 24 horas de finalizada la inmersión. No es raro que en algunos casos, los accidentados hubieran realizado una segunda inmersión después de notar síntomas leves durante el intervalo en superficie.

- Los cambios de coloración en la piel, picores, dolores musculares o en algunas articulaciones, suelen indicar un accidente de descompresión leve.

### **Exploración básica de un accidentado de buceo:**

Un examen completo de un accidentado sólo puede ser realizado con seguridad por personal médico experimentado, pero cualquier persona entrenada puede efectuar un sencillo reconocimiento, que ayudará mucho a que nuestra actuación ante un accidente sea lo más eficaz y correcta posible. Existen diversos sistemas de reconocimiento inicial y valoración neurológica, que pueden aplicarse en accidentes de buceo, pero para poder ser utilizado de forma generalizada, pensamos que debe ser **sencillo, ordenado y completo**, comprendiendo los 10 puntos siguientes:

Nivel de consciencia

Respiración

Circulación

Dolor

Movilidad

Sensibilidad

Fuerza

Marcha

Cara y cuello

Piel

La valoración general de cada uno de estos puntos puede hacerse fácilmente mediante preguntas sencillas o examinando ciertas partes del cuerpo.

| <i>Reconocimiento inicial para accidentes de buceo</i> |                             |   |
|--|-----------------------------|---|
| 1  | <i>Nivel de consciencia</i> | ¿Está usted bien?                                 |
| 2  | <i>Respiración</i>          | Comprobar respiración                             |
| 3  | <i>Circulación</i>          | Comprobar circulación                             |
| 4  | <i>Dolor</i>                | ¿Le duele algo?                                   |
| 5  | <i>Movilidad</i>            | ¿Puede mover los brazos y las piernas?            |
| 6  | <i>Sensibilidad</i>         | ¿Tiene dormida alguna parte del cuerpo?           |
| 7  | <i>Fuerza</i>               | Fuerza en manos. Levantar las piernas extendidas  |
| 8  | <i>Marcha</i>               | Comprobar si puede caminar correctamente          |
| 9  | <i>Cara y cuello</i>        | Abrir y cerrar los ojos. Soplar. Buscar enfisemas |
| 10   | <i>Piel</i>                 | Comprobar manchas o urticarias                    |

### **Perfil y detalles de la inmersión:**

*Por desgracia, es muy frecuente que la información sobre la inmersión que nos proporcione el buceador o sus acompañantes no sea muy fiable, sin embargo, debemos siempre conocer el perfil aproximado de la inmersión y cuantos detalles de la misma nos puedan ser de ayuda, ya que en muchas ocasiones, debido a la similitud de los síntomas, sólo el perfil del buceo nos podrá aclarar el tipo de accidente que se ha producido.*

*Los datos de la inmersión más útiles para aclarar el tipo de accidente de buceo son:*

*a) Datos generales: Profundidad máxima, tiempo en el fondo, velocidad de ascenso, paradas de descompresión, parada de seguridad, inmersión previa, intervalo en superficie.*

*b) Detalles: Trabajo físico, temperatura del agua, corrientes, ascenso rápido, incidentes durante la inmersión.*

*Puede ser de gran utilidad examinar el ordenador de inmersión tras la misma, ya que nos indicará el perfil exacto del buceo y la existencia de ascensos rápidos, descompresiones omitidas, temperatura del agua, etc.*

## **8. Administración de ONB**

*Aunque es importante intentar aclarar el tipo de accidente disbárico que atendemos, no hay que olvidar que en caso de los accidentes más graves (sobrepresión pulmonar, enfermedad descompresiva y ahogamiento), el tratamiento inicial es el mismo, la administración de oxígeno normobárico con la mayor rapidez, por lo que no debemos retrasar el comienzo de la ONB*



innecesariamente.

Ante un buceador inconsciente, ya hemos explicado que la oxigenoterapia se empleará mediante suministro de oxígeno a flujo constante con mascarilla o Ambu®, si se precisa respiración artificial.

La mayoría de las veces nos encontraremos ante accidentados de buceo conscientes, por lo que utilizaremos el regulador a demanda inspiratoria o la mascarilla de alta concentración, tal como se explicó en el capítulo 7.



## 9. Traslado a un Centro Médico Hiperbárico

Como ya sabemos, **la ONB es el tratamiento inicial** de un accidente de tipo disbárico, pero en todos los casos, la asistencia debe continuarse por personal médico especializado en el tratamiento de accidentes de buceo, por lo que es **obligatorio su traslado a un Centro Médico Hiperbárico operativo** con la rapidez que el caso requiera.

Desgraciadamente, todavía existe un gran desconocimiento sobre la situación y operatividad de las Unidades de Tratamiento Hiperbárico que existen en nuestro país, sin embargo, hace algunos años se creó el Comité Coordinador de Centros de Medicina Hiperbárica (CCCMH), al que están afiliados la mayor parte de centros y unidades de medicina hiperbárica operativas. Este comité tiene información de gran interés, disponible en su página web: <http://www.cccmh.com>.

La activación del plan de emergencias corresponde a las personas que prestan la primera asistencia, pero las decisiones sobre la necesidad de realizar un traslado y a qué centro sanitario deben ser tomadas, siempre que sea posible, **por el personal sanitario presente en el lugar o por el de los dispositivos de emergencias que hayan sido activados.**



Como norma, el traslado debe ser realizado en un vehículo de transporte sanitario (ambulancia medicalizada o UVI móvil) y por personal sanitario. Está demostrado que la supervivencia de un accidentado grave mejora si se

traslada una vez estabilizado, por lo que deben evitarse traslados precipitados, ya que normalmente no suelen hacerse en las mejores condiciones para el paciente.

En el caso de accidentados graves, si por las circunstancias concretas del accidente es necesario realizar un traslado por nuestros medios, deberá hacerse siempre hacia el **centro sanitario más próximo, independientemente de que tenga o no unidad de tratamiento hiperbárico**. En estos casos lo primordial es prestar asistencia de soporte vital y luego valorar la necesidad de tratamiento hiperbárico. Este traslado deberemos realizarlo siempre en las debidas condiciones:



- 1. Posición de seguridad, si es posible.**
- 2. Suministro de oxígeno normobárico durante el traslado.**
- 3. Si fuera necesario, aplicando Soporte Vital Básico.**



Para el caso concreto de traslado en helicóptero, los organismos de asistencia a emergencias, tienen protocolos para realizarlo en las condiciones necesarias (baja altura, helicóptero de transporte sanitario, personal sanitario, etc.).

| Centro                                       | Localidad         | Teléfono    |
|--|-------------------|-------------|
| Clínica El Ángel-Asisa. U.T.H                | Málaga            | 952 348 100 |
| Hospital de la Cruz-Roja. CRIS-U.T.H         | Barcelona         | 935 072 700 |
| Hospital Universitario Marqués de Valdecilla | Santander         | 942 202 520 |
| Sanatorio del Perpetuo Socorro. Medibarox    | Alicante          | 965 201 100 |
| Clínica Nuestra Señora del Rosario           | Eivissa (Ibiza)   | 971 301 916 |
| Clínica Juaneda. Medisub                     | Palma de Mallorca | 971 731 647 |
| Parque de bomberos nº1                       | Maó (Menorca)     | 971 351 011 |
| Hospital General                             | Castellón         | 964 726 500 |
| Hospital de Palamós                          | Palamós (Girona)  | 972 600 160 |



# **No** debemos olvidar

1. *Al igual que la cadena de supervivencia en Soporte Vital Básico, el Plan de Actuación en ONB, comprende una SECUENCIA DE ACCIONES que deberemos realizar de forma correcta.*
2. *La posibilidad de afectación de las funciones vitales en algunos accidentes disbáricos graves hace necesario integrar en el Plan de Actuación en ONB medidas de Soporte Vital Básico.*
3. *La valoración general de las funciones vitales debe completarse con un reconocimiento rápido para accidentes de buceo.*
4. *Debe seleccionarse el sistema de administración de ONB adecuado para la situación de cada accidentado.*
5. *La ONB debe mantenerse hasta la llegada de personal sanitario o hasta el traslado a un centro médico hiperbárico operativo.*
6. *En casos excepcionales el traslado primario puede hacerse a un centro sanitario no hiperbárico, si la gravedad del accidentado lo requiere.*

## Programa FEDAS de formación en accidentes de buceo



### ***Vamos a conocer***

1. *El objetivo del Programa FEDAS de Formación en Accidentes de Buceo*
2. *Las distintas áreas de formación en Accidentes de Buceo*

Siempre se ha considerado necesario, incluir dentro de la formación del submarinista deportivo conocimientos básicos sobre la asistencia a posibles lesiones, como consecuencia de accidentes durante el buceo. El Programa de Enseñanza FEDAS incluye en los cursos de buceador e instructor contenidos sobre la actuación inmediata a los accidentes de buceo.



El objetivo del Programa FEDAS de formación en accidentes de buceo no es adquirir conocimientos teóricos sobre el tratamiento especializado de los problemas médicos relacionados con el buceo, que posiblemente nunca tendrás ocasión de aplicar, sino capacitar a las personas formadas para que puedan prestar una **asistencia inmediata**, que obtenga resultados en términos de salvar vidas y/o evitar el agravamiento de determinadas lesiones producidas como consecuencia de los accidentes durante el buceo.

El Plan FEDAS de formación en accidentes de buceo establece un sistema planificado de formación de los distintos niveles de buceadores e instructores que integran FEDAS, orientado a proporcionar una mayor seguridad en la práctica del deporte subacuático.

## Primeros auxilios



Comprenden aquellas medidas que pueden ser aplicadas por cualquier submarinista experimentado, para atender a los accidentes más habituales y que no suponen una urgencia (no está en riesgo la vida del accidentado), sean específicos o no del medio acuático. Nos referimos a la atención a las lesiones producidas por seres vivos, traumatismos leves, mareos, barotraumatismos del oído, etc.

## Salvamento y Rescate Subacuático

Podrás adquirir los conocimientos y las técnicas necesarias para poder responder adecuadamente a situaciones en las que un submarinista ha sufrido un accidente durante su permanencia en el agua (en inmersión o superficie) realizando el Curso FEDAS de Salvamento y Rescate Subacuático, una vez obtengas tu titulación de Buceador Dos Estrellas.



Conocerás como debe realizarse el rescate, salvamento y la aplicación de los primeros auxilios en caso de emergencias con y sin riesgo vital.

## Soporte Vital Básico



Como primer requisito para continuar tu formación como Buceador Deportivo, la FEDAS ha desarrollado el Curso FEDAS de Soporte Vital Básico, para que seas capaz de aplicar las técnicas de valoración y mantenimiento de las funciones vitales en un accidentado grave, hasta la llegada de la asistencia médica especializada.

## Administración de O<sub>2</sub> en accidentes de buceo

Ciertos accidentes específicos del buceo deportivo, como la sobrepresión pulmonar, el accidente de descompresión y el ahogamiento requieren el conocimiento de ciertas técnicas, como el suministro de oxígeno normobárico, el uso de los dispositivos de administración de oxígeno más adecuado a cada situación, el reconocimiento de los síntomas de los accidentes disbáricos y los procedimientos de traslado de un submarinista que ha sufrido un accidente disbárico a un centro especializado. Para ello, la FEDAS ha desarrollado el Curso FEDAS de Administración de Oxígeno en Accidentes de Buceo, que acabas de realizar, como complemento de tu formación como Buceador FEDAS.





## **Guía de referencia rápida en Administración de Oxígeno**



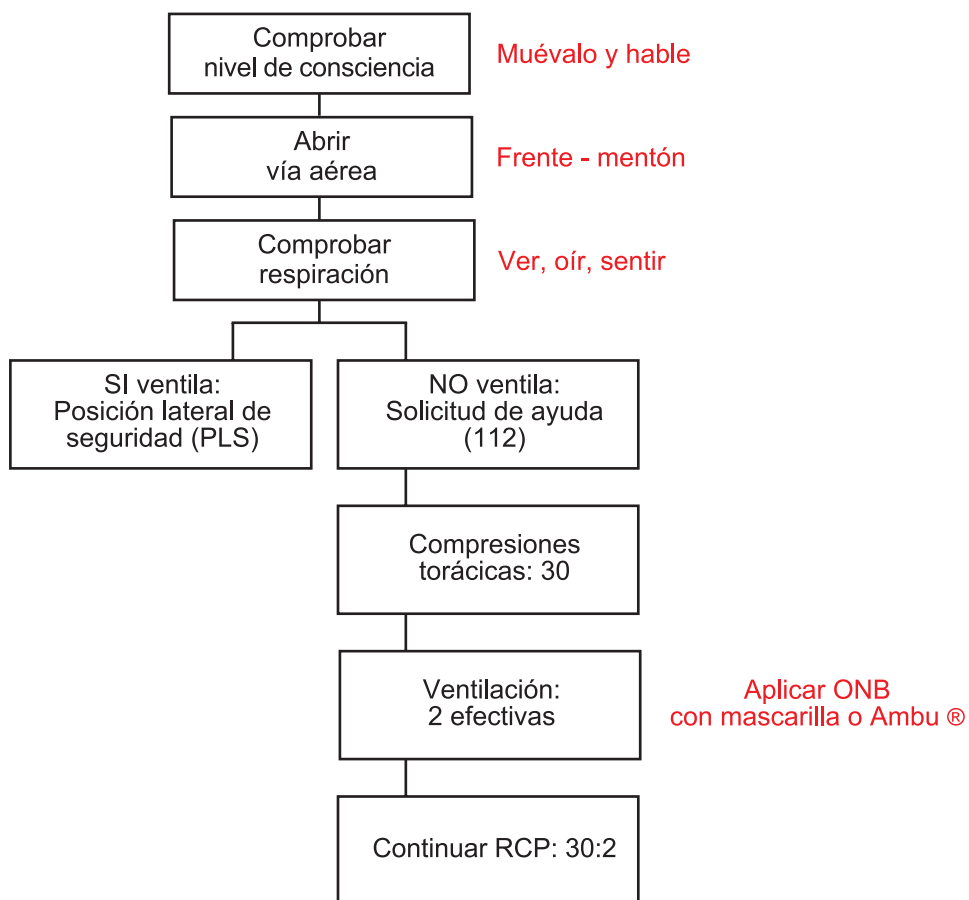
### ***Vamos a recordar***

1. *Plan de actuación en Administración de Oxígeno*
2. *Reconocimiento rápido en accidente de buceo*
3. *Administrar oxígeno normobárico*



# 1.- PLAN DE ACTUACIÓN EN SOPORTE VITAL BÁSICO

Ante cualquier persona inconsciente, deberá:





## 2.- RECONOCIMIENTO RÁPIDO EN ACCIDENTES DE BUCEO

|    |                            |  |
|----|----------------------------|--|
| 1  | <b>NIVEL DE CONCIENCIA</b> | <i>¿Está usted bien?</i>   |
| 2  | <b>RESPIRACIÓN</b>         | <i>Comprobar respiración.</i>                                    |
| 3  | <b>CIRCULACIÓN</b>         | <i>Comprobar circulación.</i>                                    |
| 4  | <b>DOLOR</b>               | <i>¿Le duele algo?</i>   |
| 5  | <b>MOVILIDAD</b>           | <i>¿Puede mover brazos y piernas?</i>                            |
| 6  | <b>SENSIBILIDAD</b>        | <i>¿Tiene dormida alguna parte del cuerpo?</i>                   |
| 7  | <b>FUERZA</b>              | <i>Fuerza en las manos.<br/>Levantar las piernas extendidas.</i> |
| 8  | <b>MARCHA</b>              | <i>Comprobar si puede caminar correctamente.</i>                 |
| 9  | <b>CARA Y CUELLO</b>       | <i>Abrir y cerrar los ojos. Soplar.<br/>Buscar enfisemas.</i>    |
| 10 | <b>PIEL</b>                | <i>Comprobar manchas o urticarias.</i>                           |

## 3.- ADMINISTRAR OXÍGENO NORMOBÁRICO

- Acoplar el caudalímetro y comprobar presión de carga y fugas, **ABRIENDO LENTAMENTE EL GRIFO.**
- Regular el caudalímetro para una salida mínima de 15 litros / minuto.
- En buceadores inconscientes aplicar respiración artificial con mascarilla de bolsillo o Ambu®, con suministro de oxígeno a flujo constante.
- Si tenemos el entrenamiento adecuado, podemos utilizar un tubo o cánula de Guedel.
- Comprobar circulación y aplicar RCP a un ritmo de 30 / 2.
- Si el buceador está consciente: tranquilizarle, informarle que vamos a aplicar oxígeno y pedirle que respire normalmente.
- Si respira con normalidad, utilizar el regulador a demanda.
- Si respira con alguna dificultad, utilizar la mascarilla de alta concentración. Llenar la bolsa reservorio de O2, tapando la válvula con el dedo, antes de comenzar a aplicarla.
- **CUIDAR QUE LA MASCARILLA DE SUMINISTRO DE OXÍGENO ESTÉ BIEN AJUSTADA A LA CARA.**

**Activar el Plan de Emergencias y Evacuación a un Centro Hiperbárico**



## *Questionario*

Una vez finalizada la sesión teórica, deberás contestar las preguntas que tienes a continuación. Para ello, tu instructor te facilitará una hoja para que señales las respuestas. De esta forma podrás comprobar si has entendido las explicaciones de tu instructor y el contenido de este manual.

### **Pregunta nº 1**

Mientras buceamos, el accidente disbárico más grave que puede aparecer es:

- A. Barotraumatismo de oído interno.
- B. Accidente de descompresión.
- C. Barotraumatismo de senos paranasales.
- D. Sobrepresión pulmonar.

### **Pregunta nº 2**

Ante un accidente de buceo, si se dispone de un equipo de ONB pero no existe personal entrenado para su uso en el grupo, ¿cuál cree que es la contestación correcta?:

- A. Utilizarlo aunque no se tenga experiencia previa.
- B. Nunca se debería dar esa circunstancia.
- C. No utilizarlo y esperar a que llegue el personal sanitario.
- D. No utilizarlo hasta que haya alguien que conozca su manejo.

### **Pregunta nº 3**

Durante la inmersión, la cantidad de  $N_2$  disuelta en el organismo depende de:

- A. La edad y la profundidad alcanzada.
- B. El peso y el tiempo en el fondo.
- C. De la profundidad y tiempo en el fondo.
- D. Ninguna es cierta.

### **Pregunta nº 4**

Para la mejor descompresión deberemos guiarnos por:

- A. Sólo la información de las tablas de buceo.
- B. Sólo la información del ordenador de inmersión.
- C. Cualquiera de las dos es suficiente.
- D. Se deberán utilizar los dos métodos conjuntamente.

**Pregunta nº 5**

*Cuál de las siguientes NO es una causa de ahogamiento en el buceo autónomo:*

- A. Narcosis del N<sub>2</sub>.*
- B. Intoxicación por oxígeno al bucear con "nitrox".*
- C. Hiperventilación previa.*
- D. Contaminación del aire de las botellas.*

**Pregunta nº 6**

*La causa más frecuente de ahogamiento en buceo es:*

- A. No expulsar el aire en el escape libre.*
- B. No respetar las paradas de descompresión.*
- C. Síncope por apnea.*
- D. Todas son ciertas.*

**Pregunta nº 7**

*Ante un accidente de buceo, ¿cuándo deberemos utilizar un equipo de ONB?:*

- A. Inmediatamente.*
- B. Una vez valoradas las funciones vitales.*
- C. Debemos esperar a que llegue personal especializado.*
- D. Cuando haya recuperado la conciencia.*

**Pregunta nº 8**

*Debemos pensar inmediatamente en una sobrepresión pulmonar si:*

- A. El ascenso ha sido muy rápido.*
- B. No se ha ido expulsando el aire durante la subida.*
- C. Hay pérdida del conocimiento.*
- D. Todas son ciertas.*

**Pregunta nº 9**

*Para aumentar la duración de la botella de ONB deberemos:*

- A. Administrarlo a un flujo de 8 l/min o menos.*
- B. Intercalaremos su administración con periodos respirando aire.*
- C. Independientemente de la capacidad de la botella, el flujo nunca será menor de 15 l/min.*
- D. Ninguna es cierta.*

**Pregunta nº 10**

¿En qué accidente de buceo podremos encontrar un abultamiento, con sensación de crujido, en la base del cuello?

- A. Ahogamiento en agua salada.
- B. Accidente de descompresión.
- C. Sobrepresión pulmonar.
- D. Barotrauma dental.

**Pregunta nº 11**

Las botellas de oxígeno a presión se identifican por:

- A. Son de color negro con la ojiva en rojo.
- B. Son de color negro con la ojiva en blanco o verde.
- C. Son de color blanco con la ojiva negra o verde.
- D. El color es indiferente ya que llevan el rotulo de "oxígeno a presión".

**Pregunta nº 12**

Entre los síntomas de sobrepresión pulmonar, ¿a que se denomina "chokes"?:

- A. Los síntomas cardiorrespiratorios.
- B. Los síntomas sólo respiratorios.
- C. Al estado de coma.
- D. Ninguna es cierta.

**Pregunta nº 13**

El ahogamiento se caracteriza fundamentalmente por:

- A. Tos intensa, irritativa y paroxística.
- B. Obnubilación, desorientación e inconsciencia.
- C. Aumento del ritmo cardiorrespiratorio.
- D. Síntomas de asfixia.

**Pregunta nº 14**

El principio de la utilización del ONB en los accidentes de buceo es:

- A. Aumentar las concentraciones de oxígeno.
- B. Disminuir el tamaño de la burbuja.
- C. Acelerar la eliminación de N<sub>2</sub>.
- D. Todas son ciertas.

**Pregunta nº 15**

El ONB ayuda a eliminar el  $N_2$  mediante un mecanismo:

- A. Se combina con el  $N_2$  y forma óxido nitroso.
- B. Lo metaboliza y se elimina por la respiración.
- C. Estableciendo un mayor gradiente de presión en el alveolo.
- D. Ninguna es cierta.

**Pregunta nº 16**

Si un buceador mejora tras respirar ONB debemos interrumpirlo para:

- A. Tomar su filiación y conocer los detalles del accidente.
- B. Que respire por sí solo y no agobiarlo con aparatos.
- C. Pueda beber y comer.
- D. Todas son incorrectas.

**Pregunta nº 17**

En un ahogado inconsciente, el ONB se debe administrar mediante:

- A. Flujo constante, conectado al Ambu ® o mascarilla de bolsillo.
- B. Respiradores volumétricos.
- C. Respiradores manométricos.
- D. Sistemas de oxígeno en circuito cerrado.

**Pregunta nº 18**

¿Cuál de estas respuestas es cierta?:

- A. El accidente de descompresión es más frecuente entre los escafandristas profesionales.
- B. La sobrepresión pulmonar ocurre principalmente en escafandristas deportivos.
- C. El ahogamiento se da más en el buceo en apnea.
- D. Todas son válidas.

**Pregunta nº 19**

La administración de ONB mediante gafas nasales es muy empleada en accidentes de buceo por:

- A. Ser cómodo y fácil de llevar.
- B. Permite hablar, tomar líquidos y medicación.
- C. No se deben usar nunca por su ineficacia.
- D. Evita el riesgo de intoxicación de oxígeno.

**Pregunta n° 20**

Los caudalímetros empleados en ONB para accidentes de buceo deben permitir un flujo de al menos:

- A. 10-14 l/min.
- B. 15 l/min.
- C. 8-12 l/min.
- D. Todos son correctos.

**Pregunta n° 21**

El principal riesgo del manejo de equipos de ONB es:

- A. Explosión.
- B. Intoxicación.
- C. Incendio.
- D. Las respuestas A y C son las correctas.

**Pregunta n° 22**

Con los equipos de ONB, el riesgo de incendio aumenta si:

- A. Se golpea la botella de oxígeno.
- B. Se ponen en contacto con aceites, grasa, lubricantes.
- C. No se pasa la inspección periódica de las botellas.
- D. Hay un exceso de presión.

**Pregunta n° 23**

Si hemos tenido que utilizar nuestro equipo de ONB en un accidente:

- A. Lo llevaremos lo antes posible a inspección.
- B. Lo guardaremos de nuevo en la maleta por si se necesita de nuevo.
- C. Lo revisaremos y llevaremos a cargar la botella.
- D. Lo vaciaremos totalmente y llevaremos a cargar la botella.

**Pregunta n° 24**

La mascarilla tipo Venturi:

- A. Es muy útil porque permite altas concentraciones de oxígeno.
- B. Se puede utilizar en pacientes inconscientes.
- C. No debería utilizarse por la baja concentración de oxígeno que aporta.
- D. Es de difícil manejo y complejo uso.

**Pregunta nº 25**

Ante un accidente de buceo, si no estamos seguros de que sea necesario administrar ONB, deberemos:

- A. Esperar al personal sanitario para que decida.
- B. Administrar ONB hasta que llegue el personal sanitario.
- C. Esperar a que aparezcan síntomas de accidente disbárico.
- D. No administrarlo porque pueden agravarse los síntomas.

**Pregunta nº 26**

Ante un accidentado de buceo inconsciente, lo correcto es:

- A. Colocarlo en posición de seguridad y comenzar a administrar ONB con mascarilla de alta concentración.
- B. Aplicar el Plan de Actuación en ONB en accidentes de buceo.
- C. Aplicar masaje cardíaco inmediatamente.
- D. Administrar ONB a 15 l/min con el regulador a demanda.

**Pregunta nº 27**

Ante un buceador que a las cuatro horas de una inmersión a 32 m comienza a quejarse de "sensación de pinchazos" en un hombro, lo más correcto será:

- A. Quitarle importancia y recomendarle que al día siguiente vaya a su médico.
- B. Hacerle un reconocimiento rápido de accidentes de buceo y esperar a una ambulancia.
- C. Colocarlo en posición lateral de seguridad y administrar ONB con regulador a demanda a 15 l/min.
- D. Trasladarlo sin pérdida de tiempo a un centro médico.

**Pregunta nº 28**

Si vemos que un buceador pierde el conocimiento en la superficie, inmediatamente después de una inmersión, debemos pensar que:

- A. Puede haber sufrido una sobrepresión pulmonar.
- B. Se ha desmayado por la narcosis de N<sub>2</sub>.
- C. Ha sufrido un accidente de descompresión leve.
- D. Se ha quedado sin aire en la botella.



### **Pregunta nº 29**

*En el caso anterior, una vez subido al barco deberemos:*

- A. Trasladarlo sin pérdida de tiempo a tierra.*
- B. Valorar las funciones vitales y aplicar SVB con ONB.*
- C. Aplicar ONB con una mascarilla de alta concentración.*
- D. Aplicar respiración artificial con Ambu® y cuando se recupere aplicar ONB.*

### **Pregunta nº 30**

*Una vez terminada la inmersión, un buceador comienza a sentirse mal en el barco y nos dice que le duele el costado y que le cuesta respirar, lo correcto es:*

- A. Sumergirnos con él nuevamente y hacer una recompresión en el agua.*
- B. Acostarlo boca arriba y administrarle ONB con gafas nasales o Ventimask®.*
- C. Dirigimos a toda velocidad a tierra.*
- D. Colocarlo en posición de seguridad, hacerle un reconocimiento rápido y comenzar a administrar ONB con mascarilla de alta concentración.*

### **Pregunta nº 31**

*Para administrar ONB con mascarilla de alta concentración a un accidentado:*

- A. Primero se le ajusta la mascarilla y luego abriremos la botella para administrar oxígeno a 15 l/min.*
- B. Se le ajusta la mascarilla y le diremos que sople para que se llene la bolsa reservorio.*
- C. La mascarilla de alta concentración no es aconsejable para administrar ONB.*
- D. Una vez abierta la botella, taparemos el orificio de salida de la mascarilla para que se llene la bolsa de O<sub>2</sub> y luego se la ajustaremos en la cara, diciéndole que respire tranquilamente.*

### **Pregunta nº 32**

*El manómetro que lleva el caudalímetro, nos indica:*

- A. La presión existente en la botella.*
- B. La presión parcial de oxígeno en la mascarilla.*
- C. El caudal de salida, en l/min.*
- D. Ninguna es cierta.*

**Pregunta n° 33**

Las salidas roscadas tipo DISS que lleva el caudalímetro sirven para:

- A. Conectar el tubo de una mascarilla con bolsa reservorio.
- B. Conectar el tubo del regulador a demanda.
- C. Purgar el caudalímetro antes de desmontarlo.
- D. Conectar el tubo para ONB con Ambu ®.

**Pregunta n° 34**

La ventilación artificial con mascarilla debemos usarla:

- A. En accidentados inconscientes.
- B. Preferentemente conectándole un tubo para suplemento de O<sub>2</sub>.
- C. Si no estamos familiarizados con el uso del Ambu ®.
- D. Todas son correctas.

**Pregunta n° 35**

El uso del Ambu ® y el tubo de Guedel:

- A. No requiere ningún aprendizaje.
- B. Es necesario para poder aplicar correctamente ONB.
- C. Puede utilizarse en accidentados conscientes.
- D. Ninguna es cierta.





*Después del curso...*

## **Necesidades de actualizar tus conocimientos**

*Una vez finalizado el curso, debes ser capaz de responder con rapidez y seguridad ante una situación que requiera aplicar técnicas de suministro de oxígeno normobárico en accidentes de buceo.*

*Los conocimientos y habilidades que has adquirido con el Curso FEDAS de Administración de Oxígeno deben mantenerse actualizadas, por lo que te recomendamos que, de vez en cuando,*

*repases este libro.*

*Además de actualizar los conocimientos adquiridos en el Curso FEDAS de Administración de Oxígeno, es interesante que completes tu preparación para saber atender las emergencias que pueden suceder durante la práctica del deporte subacuático. Infórmate sobre los cursos FEDAS de Primeros Auxilios, Soporte Vital Básico y Salvamento y Rescate Subacuático.*

## **Por un buceo más seguro**

*Queremos recordarte una serie de puntos que debes tener en cuenta para seguir disfrutando de un buceo seguro:*

- 1. Intenta mantener una forma física adecuada y haz ejercicio físico con regularidad.*
- 2. Debes realizar un examen médico para asegurarte que no tienes algún problema de salud que desaconseje la práctica del buceo.*
- 3. Actualiza tus conocimientos y técnicas en soporte vital y primeros auxilios en actividades subacuáticas.*
- 4. Bucea siempre acompañado y adquiere junto a tus compañeros la experiencia necesaria.*
- 5. Revisa y mantén siempre en perfecto estado tu equipo.*
- 6. Planifica adecuadamente tus inmersiones y respeta las normas de seguridad.*

***El primer eslabón en la cadena de supervivencia  
somos nosotros mismos.***

# manual del alumno



*El presente libro es un instrumento necesario para la formación en materia de seguridad de los buceadores y representa el texto oficial de la especialidad de **Administración de Oxígeno en accidentes de buceo** 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 de manera adecuada y eficaz la **Administración de Oxígeno en accidentes de buceo**.*

*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.)**.*