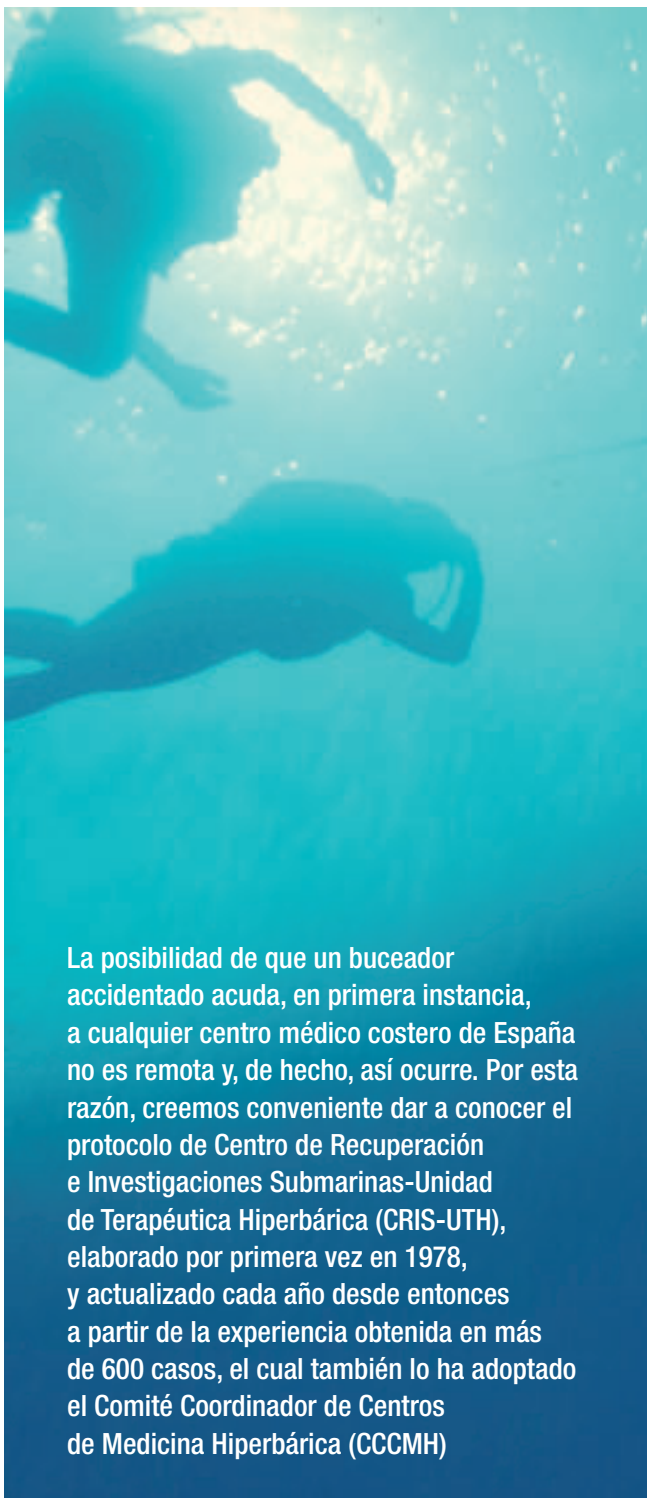


## Accidentes disbáricos de buceo: guía de actuación inicial

Jordi Desola<sup>a</sup> y Joan Sala Sanjaume<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Jefe de Servicio. Centro de Recuperación e Investigaciones Submarinas-Unidad de Terapéutica Hiperbárica.

<sup>b</sup>Formador de instructores de soporte vital básico y avanzado. España.



La posibilidad de que un buceador accidentado acuda, en primera instancia, a cualquier centro médico costero de España no es remota y, de hecho, así ocurre. Por esta razón, creemos conveniente dar a conocer el protocolo de Centro de Recuperación e Investigaciones Submarinas-Unidad de Terapéutica Hiperbárica (CRIS-UTH), elaborado por primera vez en 1978, y actualizado cada año desde entonces a partir de la experiencia obtenida en más de 600 casos, el cual también lo ha adoptado el Comité Coordinador de Centros de Medicina Hiperbárica (CCCMH)

La normativa española sobre seguridad en el buceo establece los requisitos mínimos de prevención que deben cumplir las empresas y los clubes de buceo profesional o deportivo<sup>1,2</sup>. No obstante, la laxitud de su enunciado permite que se produzcan lagunas notables, y actuaciones de acuerdo al estricto sentido de la normativa, pero insuficientes en cuanto a la auténtica prevención de accidentes. La peculiaridad de los accidentes de buceo justifica que este tipo de urgencias, en su mayoría, se deriven primariamente a los hospitales que disponen de centro de medicina hiperbárica. Los buceadores lo conocen bien, y suelen estar informados de la ubicación de los centros de referencia, y suelen acudir directamente por medios propios. Esta guía de actuación está adaptada a la situación sanitaria y geográfica de España, por lo que hace referencia a disponibilidades y recursos locales, pero en los aspectos esenciales está en la misma línea de los protocolos del European Committee for Hyperbaric Medicine (ECHM) y de Divers Alert Network (DAN)-EUROPE.

Los accidentes propios del buceo tienen una prevalencia baja, pero un 10% son mortales. De los casos que llegan a los centros de medicina hiperbárica, el 35% son graves, y entre el 5 y el 10% son extremadamente graves. Las actividades de buceo profesional, a poca o media profundidad, son habituales a lo largo de casi todo el litoral peninsular, en la construcción y el mantenimiento de instalaciones subacuáticas, o la explotación de los recursos marinos. El buceo recreativo o deportivo está también repartido por casi todo el litoral español, en especial en las zonas turísticas; la mayor actividad tiene lugar en la Costa Brava (Girona).

### Clasificación. Fisiopatología

De acuerdo con la clasificación propuesta por el ECHM, los accidentes de buceo pueden ser: *a) dibáricos*, cuya etiopatología deriva de un cambio en la presión ambiental, o *b) no dibáricos*, es decir, inherentes a la estancia en el medio acuático, pero con independencia de la presión o profundidad alcanzada<sup>3</sup>. Los accidentes no disbáricos pueden afectar a cualquier persona que se introduce en el agua, con independencia del medio que utilice y de la profundidad que alcance: hipotermia (HT), shock termodiferencial, traumatismos acuáticos y ahogamiento (AH). El buceo en apnea produce una elevada mortalidad relacionada con el AH. En condiciones extremas, puede también ser causa de accidentes disbáricos poco frecuentes<sup>4-6</sup>. Los accidentes disbáricos más graves son exclusivos del buceo con escafandra, y están condicionados al hecho de respirar aire, oxígeno u otra mezcla de gases a presión, ya que esto condiciona importantes cambios en su comportamiento en

**Tabla I. Síntomas observados en los accidentes disbáricos de buceo, clasificados por orden de prevalencia, en una serie superior a 600 casos**

Signo/síntoma	Porcentaje
Dolor muscular	45,5
Parestesias	33,2
Marcha atáxica	29,5
Vómito	19,8
Síndrome vertiginoso	18,3
Paraparesia	15,8
Retención urinaria	11,9
Monoparesia	9,7
Astenia	7,7
Neumotórax	7,6
Disnea	7,1
Cefalalgia	6,4
Lesión cutánea	4,7
Alteración visual	4,7
Hemiparesia	4,5
Paraplejía	4,2
Preahogamiento	4,0
Hemoptisis	3,1
Convulsiones	3,0
Neumomediastino	2,8
Insuficiencia respiratoria	2,5
Otros síntomas neurológicos	2,5
Dolor torácico	2,3
Afasia	2,2
Shock disbárico	2,1
Enfisema subcutáneo	2,0
Rinolalia	2,0
Alteración auditiva	1,9
Pérdida de fuerza	1,5
Tetraplejía	1,5
Hemoconcentración	1,2
Hemiplejía	1,2
Otros síntomas	5,8

Tomada de Centro de Recuperación e Investigaciones Submarinas-Unidad de Terapéutica Hiperbárica.

el organismo. A grandes rasgos, los accidentes disbáricos de buceo (ADB) pueden ser barotraumáticos o descompresivos, y embolígenos o no embolígenos; es decir, originados a causa de una variación volumétrica o solumétrica del gas inspirado, y formadores o no de burbujas en la sangre<sup>7-9</sup>.

El *disbarismo barotraumático* obedece al incremento relativo de presión que la caja torácica mantiene cuando un escafandrista asciende de forma excesivamente rápida, sin eliminar el sobrante de gas pulmonar. En el síndrome de hiperpresión intratorácica (SHI), también llamado síndrome de sobrepresión pulmonar, el aire impulsado por la mayor presión del tórax en relación con la presión ambiental, penetra por espacios virtuales, causa síntomas toracopulmonares y, a veces, embolismo gaseoso arterial cerebral<sup>10,11</sup>. Este fenómeno es independiente de la duración de la inmersión, y puede ocurrir desde profundidades mínimas.

El *disbarismo descompresivo embolígeno* se debe a la sobresaturación que el gas inerte respiratorio, casi siempre nitrógeno, experimenta en algunos tejidos durante la inmersión, especialmente en los más ricos en grasa. Durante el retorno a la superficie, este exceso de gas disuelto debe retornar a unos valores aceptables por el organismo, para lo cual el buceador debe seguir un procedimiento descompresivo de acuerdo a unas tablas de descompresión o un descompresímetro. Durante muchos años, las tablas de descompresión de la Marina estadounidense eran las más utilizadas en todo el mundo<sup>12</sup>, pero desde hace unos años los descompresímetros digitales han desplazado su uso<sup>13</sup>. En función del tiempo de estancia en el fondo, de la profundidad máxima alcanzada, de factores individuales, del protocolo descompresivo adoptado o de la ausencia de éste, el exceso de gas disuelto puede cambiar de estado de forma brusca y formar burbujas dentro de los tejidos y/o de los líquidos orgánicos. Entonces, algunos buceadores desarrollan la enfermedad por descompresión (ED), que obedece a la presencia de microburbujas que infiltran los tejidos, y a polimicroembolismo gaseoso multifocal venoso, que afecta al sistema nervioso central, en especial a la médula lumbar y, más raramente, al cerebro o el cerebelo<sup>14</sup>. Puede haber embolismo graso asociada. En ambos casos, SHI y ED, la presencia de burbujas en la sangre desencadena un complejo mecanismo reológico y hemodinámico, con activación del factor XII, agregación plaquetaria, desnaturalización lipoproteica, aumento de permeabilidad capilar, hemoconcentración e hipovolemia, que caracterizan un complejo disbarismo sistémico. El buceador que sobrevive a un AH puede condicionar en unos casos edema pulmonar agudo no cardiogénico, por paso oncótico de líquido a los pulmones, o al contrario, hipervolemia por transferencia isotónica de líquidos a la circulación con hemólisis e hiperpotasemia. La primera situación es teóricamente propia de la aspiración de agua salada y la segunda, del agua dulce, pero esto no se cumple con rigor, pues el edema agudo pulmonar no cardiogénico, aunque por mecanismos diferentes, puede aparecer tanto en un caso como en otro. La antigua clasificación de Schwan de los ahogados en blancos y azules está en desuso, porque no responde a la realidad práctica y el tipo de medio acuático no ha de condicionar las medidas asistenciales. La pérdida de calor corporal en el agua es 25 veces mayor que en condiciones ambientales normales. Una larga permanencia en el agua, sin protección térmica adecuada, aboca en pocas horas en el temible estado de HT, incluso en aguas tropicales<sup>15-19</sup>. Los buceadores utilizan diversos sistemas de protección isotérmica que son eficaces para inmersiones de corta o media duración, pero si las aguas son extremadamente frías, o si por causa accidental la exposición ha sido muy prolongada, pueden ser insuficientes. La ED, el SHI, el AH y la HT pueden coincidir en un mismo individuo. Los síntomas se sobreponen y enmascaran. Un estado moderado de HT puede prolongar la resistencia al AH. El cuadro resultante, no obstante, puede ser de extrema gravedad. Las características principales y el diagnóstico de la ED y el SHI se exponen con mayor detalle en otros artículos de este número monográfico. En la tabla I se detalla una lista de signos y síntomas posibles en accidentes de buceo de todo tipo.

## Bases del tratamiento

### Líneas generales de actuación

La mayoría de las inmersiones deportivo-recreativas suelen tener lugar por la mañana; sin embargo, los buceadores acciden-

tados suelen acudir a un centro médico local antes de dirigirse al centro hiperbárico. La mayor parte de las veces han pasado varias horas en sus domicilios esperando a que desaparezcan los síntomas y, ya entrada la tarde, o noche, inician la solicitud de tratamiento. Suelen haber tomado una cantidad importante de ácido acetilsalicílico, medida popular y sobrevalorada entre los buceadores, a pesar de que nunca se ha demostrado su eficacia real en el tratamiento del disbarismo. Diversas revisiones casuísticas de ámbito nacional realizados por el CCCMH ponen de manifiesto que el tiempo medio de traslado desde el inicio de los síntomas hasta la llegada del accidentado al centro hiperbárico es muy prolongado, con independencia de la distancia al punto en que se realizó la inmersión. Esto demuestra una actuación inadecuada por parte de los accidentados y, en ocasiones, posiblemente también de los centros médicos receptores primarios. A pesar de esta importante demora en el inicio de la recompresión, y de la gravedad de algunos accidentados, en la casuística de CRIS-UTH se ha obtenido la resolución satisfactoria del caso en el 90% de los casos<sup>20</sup>.

Otras experiencias confirman también que se obtienen en ocasiones mejorías espectaculares, a pesar de aplicar el tratamiento hiperbárico con muchas horas de retraso. Es conveniente iniciar el tratamiento lo más pronto posible, pero no desaconsejarlo, incluso si han pasado muchas horas desde el inicio de los síntomas. Como un ADB depende de una disminución brusca de la presión, una nueva disminución de la presión barométrica podría empeorar los síntomas, por lo que si opta por un traslado aéreo, para que sea óptimo debe realizarse en cabina presurizada o en vuelo visual a baja cota. De todas formas, el traslado aéreo no sólo no está contraindicado, sino que es imperioso en algunas ocasiones, e incluso puede tener algunas ventajas respecto al traslado terrestre en determinadas áreas. Algunos libros de buceo, e incluso manuales de primeros auxilios, han popularizado medidas terapéuticas con poco fundamento y otras totalmente inadecuadas. A continuación, se expone la guía de actuación inicial en caso de sospecha de un ADB. Las normas son comunes para las 4 situaciones principales: ED, SHI, AH o HT, solas o combinadas. No hay diferencias en el tratamiento inicial de estos fenómenos. Se detalla la actuación in situ, en un servicio de urgencias hospitalario y durante el traslado primario o secundario<sup>21-24</sup>.

**Medidas a adoptar en el lugar del accidente**

Este primer apartado está dirigido a las personas vinculadas al buceo (buceadores, instructores y acompañantes) y al personal médico, de enfermería y técnicos sanitarios, cuya actividad profesional en servicios de emergencia puede enfrentarles in situ a este tipo de accidentes.

**Actuaciones esenciales**

En la figura 1 se reproduce el diagrama de flujo de las actuaciones esenciales:

*Soporte vital básico (SVB).* A cargo de los compañeros de buceo y acompañantes. Algunas enti-

dades organizan cursos de primeros auxilios en medio acuático. DAN ha desarrollado todo un programa de docencia destinado a formar los buceadores en los cuidados iniciales que precisa un accidentado disbárico<sup>25</sup>.

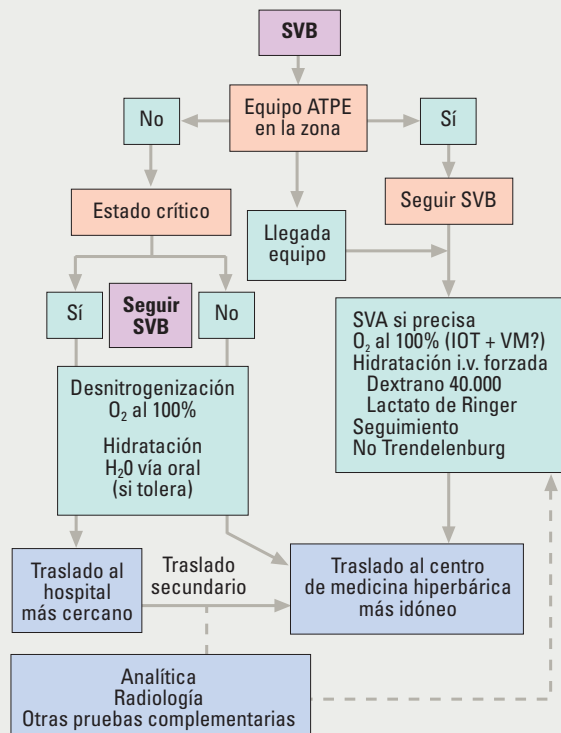
*Soporte vital avanzado (SVA).* Si hay un equipo de asistencia y transporte primario de emergencias (ATPE) en la zona del accidente, o en cuanto llegue, siguiendo las recomendaciones del European Resuscitation Council (ERC)<sup>26,27</sup>.

*Valoración del estado neurológico y de la posible afectación hemodinámica.* Es muy importante definir de forma precisa el cuadro clínico inicial, cuya evolución en las primeras horas será de capital importancia para valorar la importancia y la agresividad del disbarismo.

*Desnitrogenización.* Administración de oxígeno normobárico al 100%. Su objetivo es eliminar el exceso de gas inerte, frenar la formación de burbujas y disminuir el tamaño de los émbolos gaseosos<sup>28</sup>. Es preciso alcanzar concentraciones lo más altas posible, lo cual no es fácil<sup>29</sup>. Debe utilizarse con preferencia un regulador a demanda inspiratoria (fig. 2), o un equipo de desnitrogenización en circuito cerrado (fig. 3), o un sistema de bajo flujo y alta concentración tipo Salum-O<sub>2</sub><sup>®</sup> (fig. 4) que ofrece la relación más alta calidad/prestaciones/precio<sup>30</sup>. En ausencia de estos dispositivos diseñados específicamente para los primeros auxilios

**Figura 1.**

**Algoritmo de la Guía de actuación en accidentes disbáricos de buceo**



Centro de Recuperación e Investigaciones Submarinas-Unidad de Terapéutica Hiperbárica.  
ATPE: asistencia y transporte primario de emergencias; H<sub>2</sub>O: agua; i.v.: intravenosa; O<sub>2</sub>: oxígeno;  
SVA: soporte vital avanzado; SVB: soporte vital básico.

de buceadores, se debe utilizar un sistema de bajo flujo con bolsa reservorio tipo Monaghan. Las mascarillas de alto flujo tipo Venturi no proporcionan concentraciones elevadas y no tienen ninguna utilidad en el disbarismo. La desnitrogenización debe mantenerse de forma continua hasta el acceso al centro de medicina hiperbárica. Si no se dispone del volumen de oxígeno suficiente para mantener una concentración cercana al 100% durante todo el tiempo de traslado, es preferible administrarlo durante un período breve a alta concentración, que disminuir la fracción de oxígeno inspirado ( $F_{iO_2}$ ) para prolongar su duración.

**Rehidratación.** Si el estado de conciencia del paciente lo permite, iniciar una rehidratación oral forzada y muy intensa (no menos de 1 l de agua en la primera hora, en sorbitos de medio vaso cada 5 min, a fin de evitar la acumulación de agua en el estómago). Si la atención corre a cargo de un equipo de emergencias, se iniciará la perfusión generosa de líquidos. Administrar una solución de lactato de Ringer o expansores plasmáticos, en solución salina, en los casos graves, a no ser que el paciente se encuentre en situación de emergencia hipertensiva, con 2 vías venosas periféricas, si es necesario.

**Posición.** Colocar al accidentado en decúbito supino o posición lateral de seguridad; no en posición Trendelenburg, como recomiendan algunos manuales de buceo desfasados.

**Protección térmica.** No es frecuente que los buceadores presenten problemas de hipotermia, pero ésta debe sospecharse si el contacto con el agua ha sido muy prolongado, si la inmersión se ha realizado en aguas muy frías, o si han fallado los sistemas pasivos de protección, en especial el traje isotérmico del buceador. Una medida prudente es aplicar un método de aislamiento térmico moderado, como una manta térmica. No iniciar el recalentamiento activo, salvo en situaciones excepcionales, como inmersiones en aguas polares.

### Sistemas de recompresión in situ

**Recompresión en el agua.** Edmonds ha diseñado un método para utilizarlo en algunas zonas de Australia, donde las dis-

tancias hasta los centros hiperbáricos son muy grandes y algunas zonas son inaccesibles a los medios de rescate. En el litoral mediterráneo, sin embargo, donde las distancias en el peor de los casos son pequeñas, este procedimiento debe desaconsejarse de forma rotunda, ya que en la mayoría de los casos la reinmersión empeora el problema descompresivo, agrava el cuadro clínico y aumenta el riesgo de complicaciones.

**Cámaras hiperbáricas monoplasa de recompresión.** La sensación claustrofóbica de estos artilugios, y la incomunicación que implican, con ser evidentes, son el menor de los problemas. Los llamados “cartuchos de recompresión” no permiten la asistencia médica en su interior y cualquier complicación puede tener consecuencias imprevisibles.

**Cámaras hiperbáricas portátiles de dos compartimientos.** Para hacer frente al problema de las grandes distancias insalvables en algunas zonas turísticas, hoy hay una amplia oferta de cámaras plegables, o hinchables, de 2 compartimientos que permiten alojar con cierta comodidad a un accidentado y al acompañante. En cualquier caso, implican un aislamiento y la imposibilidad de una asistencia médica correcta en su interior. En España, donde la red de centros de medicina hiperbárica es excelente, y los medios de transporte medicalizado son suficientes, no hay ninguna razón para preferir este arriesgado método.

**Cámaras hiperbáricas multiplaza transportables.** Se trata de sistemas hiperbáricos completos, de reducido peso y volumen, algunos contruidos en titanio, acoplables a un sistema hiperbárico hospitalario, con el cual deben estar funcionalmente coordinados. Son una alternativa a la dispersión de las zonas turísticas de buceo más alejadas de las urbes, donde es difícil que pueda algún día haber un hospital y/o un centro médico hiperbárico de primer nivel. No obstante, en el litoral mediterráneo, dada la excelente red de centros hospitalarios, en la mayoría de los casos es suficiente un traslado medicalizado al centro de referencia, de acuerdo al presente protocolo.

**Figura 2.** Equipo de desnitrogenización normobárica mediante regulador a demanda inspiratoria, aplicado de forma simulada a un buceador accidentado.



(Cortesía de DAN-EUROPE-IBERICA.)

**Figura 3.** Dispositivo de desnitrogenización normobárica de bajo flujo y alta concentración en circuito cerrado, aplicado de forma simulada a un buceador accidentado.



(Cortesía de SUB-HELP, SL.)

**Figura 4.** Equipo de desnitrogenización normobárica mediante dispositivo de bajo flujo y alta concentración, en sistema abierto y caudal variable.



(Cortesía de SUB-HELP, SL.)

*Cámaras hiperbáricas multiplaza instaladas en clubes o centros de buceo.* No es infrecuente que algunos clubes o centros turísticos de buceo dispongan de cámaras de recompresión bien equipadas técnicamente. Desde todo punto de vista, esta posibilidad debe rechazarse. Si se trata de accidentes leves, no hay una urgencia imperiosa y no es prudente exponer al accidentado al riesgo de un trastorno médico latente grave e inadvertido, o a la posibilidad de un empeoramiento durante la recompresión. Si, por el contrario, es un caso grave, sería una temeridad recluirlo en una cámara fuera de control médico intensivo. De acuerdo con las recomendaciones del ECHM y de DAN-EUROPE, y aunque la distancia pueda ser mayor, el accidentado debe ser trasladado a un centro de medicina hiperbárica vinculado de forma física o funcional a un centro médico hospitalario.

*Contacto con el centro de medicina hiperbárica más adecuado.* Confirmar la accesibilidad y la disponibilidad del centro, anunciar el inminente traslado, informar de la situación clínica y de las circunstancias del accidente, y facilitar un teléfono de contacto. Si la atención corre a cargo de profesionales de las emergencias, comunicarlo a su centro coordinador, el cual realizará el contacto con el centro de medicina hiperbárica. DAN es una organización internacional, sin ánimo de lucro, con presencia en España (DAN-EUROPE-IBERICA), que ofrece a sus asociados una línea telefónica permanente de consulta, en la cual un médico especializado ofrece información sobre los centros hiperbáricos disponibles y las primeras medidas a realizar.

*Traslado.* El destino varía según el estado clínico del paciente. Es muy recomendable que el compañero de inmersión acompañe en todo momento al accidentado a fin de completar la información técnica del accidente.

*Accidentado en situación de riesgo vital.* Si está siendo atendido por un equipo especializado en medicina de emergencias, dotado del material electromédico y farmacológico necesario, el paciente puede ser trasladado directamente al centro de medicina hiperbárica más adecuado al caso. Si no hay personal médico especializado, el accidentado debe ser trasladado al centro hospitalario más cercano, para seguir con las maniobras de SVB y/o SVA. Una vez recuperado y estabilizado, podrá ser trasladado de acuerdo a las recomendaciones del apartado correspondiente al traslado. Los buceadores suelen sobrevalorar, en esta fase, la utilidad de una cámara hiperbárica, y a menudo olvidan la importancia del servicio médico inherente. El mejor centro hiperbárico no siempre es el más cercano, sino el más adecuado al caso. Algunas cámaras hiperbáricas no disponen de servicio médico, muchas no están instaladas en centros hospitalarios, o bien se trata de centros médicos no preparados para atender a pacientes en situación crítica.

*Accidentado que no comporta afectación vital.* Traslado al centro de medicina hiperbárica más adecuado, aunque sea un paciente grave pero estable, y la distancia sea grande, o el tiempo de traslado, largo. Mantener todo el tiempo la medicación inicial.

## Medidas a disponer en un servicio de urgencias hospitalario

Las medidas a realizar en un servicio de urgencias hospitalario en caso de accidente por descompresión son las siguientes:

SVB y SVA, si precisa, según las recomendaciones del ERC<sup>31,32</sup>.

*Valoración del estado neurológico y de la posible afectación hemodinámica.* Es frecuente la oligoanuria que se puede deber tanto a causa prerrenal, por hipovolemia extrema, como a retención urinaria por parálisis vesical de origen medular. En el primer caso, no deberán administrarse diuréticos, sino, en todo caso, aumentar el aporte hídrico. Si hay signos de globo vesical, se practicarán sondajes de descarga, y se evitará instaurar sondajes permanentes.

*Desnitrogenización.* Oxígeno normobárico al 100%. Si el paciente tiene respiración espontánea, aplicar con preferencia un regulador a demanda inspiratoria (equipo DAN), sistema de circuito cerrado (sistema WENOLL), o un dispositivo de bajo flujo y alta concentración (sistema Salum-O<sub>2</sub>); en ausencia de estos dispositivos diseñados específicamente para los primeros auxilios de buceadores (figs. 2-4), utilizar un sistema de bajo flujo, con bolsa reservorio tipo Monaghan. Las mascarillas de alto flujo tipo Venturi no tienen ninguna utilidad en el disbarismo. Si el paciente está sometido a IOT y (VM), se debe mantener la FiO<sub>2</sub>:1 durante todo el tiempo, con independencia de su estado respiratorio y/o de su saturación de oxígeno determinada por pulsioximetría.

*Hidratación.* Mantener una buena hidratación en consonancia con los criterios iniciales expuestos. El ECHM recomienda administrar una solución de lactato de Ringer y dextrano u otros expansores en los casos leves, y otros expansores plasmáticos más potentes, en solución salina, en los casos graves, a no ser que el paciente se encuentre en situación de emergencia hipertensiva. Llegado el caso, debe colocarse una vía central para controlar la presión venosa central.

*Determinación del hematocrito, recuento de plaquetas, proteinemia total, osmolaridad, y amilasemia.* No es necesario esperar los resultados para iniciar el traslado al centro hiperbárico. En cambio, será de gran utilidad conocer más adelante estos datos iniciales y poderlos comparar con los obtenidos en el centro hiperbárico<sup>33</sup>.

*Tratamiento de la hipotermia.* Sólo a partir de un diagnóstico causal y clínico confirmado.

*Organizar el traslado a un centro de medicina hiperbárica.* Traslado interhospitalario o traslado secundario. Una vez el paciente se encuentra en situación vital estable, promover el traslado a un centro de medicina hiperbárica bien preparado, previo contacto telefónico directo o a través del CCE.

*Otras actuaciones* diagnósticas o exploratorias complementarias (radiografías, electrocardiograma, analítica, tomografía computarizada), aunque puedan parecer importantes, no deben practicarse al inicio, salvo que estén en relación con un tratamiento vital, pues retardarían el traslado al centro de medicina hiperbárica, que ha de tener prioridad absoluta.

## Características ideales del traslado

La necesidad de remitir al accidentado a un centro de medicina hiperbárica bien calificado obliga casi siempre a organizar un traslado medicalizado, a veces a distancias importantes. Los buceado-

res suelen sobrevalorar otra vez la utilidad real de una cámara hiperbárica, y a menudo desconocen u omiten sus limitaciones y riesgos. No se trata de localizar la “cámara hiperbárica más próxima”, como a menudo afirman los manuales de buceo, sino el centro de medicina hiperbárica más adecuado a la situación. Es necesario conocer previamente la disponibilidad, y sobre todo la fiabilidad, del centro hiperbárico al que remitimos el paciente<sup>34-36</sup>.

Llegado el caso, se debe utilizar el medio de transporte más adecuado: ambulancia convencional, ambulancia medicalizada, unidad móvil de soporte vital avanzado, aeroambulancia o helicóptero. Es preciso valorar los condicionantes siguientes:

*Evitar aceleraciones bruscas* y fuerzas centrífugas excesivas que puedan provocar migración de émbolos gaseosos. Al contrario de lo que puede parecer a primera vista, las aceleraciones y las vibraciones son de menor magnitud en un traslado en helicóptero, que en una unidad de SVA terrestre.

*El traslado aéreo* se ha de hacer en las condiciones barométricas más próximas posible al nivel del mar. Es decir, con cabina presurizada en el caso de aeroambulancia, o bien en vuelo visual a baja cota<sup>37-39</sup>. En relación con el riesgo, probablemente sobrevalorado, del transporte aéreo de un accidentado disbárico, la orografía de la zona es determinante. En España, con una sola excepción, los centros de medicina hiperbárica hospitalarios se encuentran en zonas de fácil acceso en helicóptero, sin necesidad de sobrepasar altitudes importantes. La elección del helicóptero frente a la UCI móvil terrestre estará pues condicionada, sobre todo, a la gravedad del accidentado, la situación geográfica del centro receptor, la proximidad de la helisuperficie, las condiciones de tráfico rodado, la época del año, la hora del día y la climatología.

En la mayor parte de los casos, se dispondrá un *transporte terrestre*, en función de la distancia, de la accesibilidad y, sobre todo, de la posibilidad de proseguir con las técnicas, procedimientos y tratamientos iniciados en el servicio de urgencias del hospital emisor.

*Precauciones técnicas.* La administración de oxígeno FiO<sub>2</sub>:1, líquidos y todo cuanto el paciente precise, debe mantenerse durante el traslado. Los controles a adoptar en un traslado en UCI móvil, terrestre o aérea, no difieren de las de cualquier paciente crítico. En cualquier caso, es preciso prestar una atención especial a algunos aspectos técnicos<sup>40</sup>. Las principales precauciones incluyen: *a)* asegurar los tubos de IOT, vías venosas y sondas; *b)* controlar al paciente; *c)* algunos ADB se acompañan de gran dilatación aérea gástrica. En caso de traslado aéreo, un sondaje nasogástrico evitará complicaciones; *d)* en el SHI puede haber neumomediastino o neumotórax, que rara vez serán tensionales. Esta eventualidad poco frecuente puede haber requerido un drenaje inicial, cuya permeabilidad debe asegurarse durante el traslado; *e)* protección acústica del accidentado y de los sanitarios, en caso de transporte aéreo, y *f)* protección visual del accidentado, si el traslado se realiza en helicóptero.

## Tratamiento hiperbárico

No todos los accidentes disbáricos requieren recompresión en cámara hiperbárica, pero esta posibilidad nunca debe soslayarse. Los objetivos del tratamiento hiperbárico son:

- Frenar la formación de burbujas embolizantes.
- Disminuir el tamaño y/o eliminar las ya formadas.
- Disminuir la sobresaturación de gas inerte de los tejidos.
- Contrarrestar la cadena de trastornos reológicos y hemodinámicos.
- Mejorar la encefalopatía hipóxico-isquémica.
- Aumentar la perfusión y oxigenación tisulares.

El fundamento de la recompresión en cámara hiperbárica no estriba en simular las condiciones subacuáticas que dieron lugar al accidente, sino en aplicar el único procedimiento eficaz para neutralizar un estado de embolismo gaseoso. Una vez iniciado éste, los fenómenos patológicos evolucionan en cadena. La profundidad máxima alcanzada en la cámara hiperbárica no está por ello en relación con la profundidad de la inmersión causa del accidente, ni tampoco con su duración, sino con el cuadro clínico que el paciente presenta.

Los accidentes de buceo barotraumáticos otorrinolaringológicos no sólo no precisan recompresión en cámara hiperbárica, sino que de hecho está contraindicada. En los SHI con sintomatología toracopulmonar, pero sin afectación neurológica, la recompresión está asimismo contraindicada. En los accidentes disbáricos embolígenos, ya sean descompresivos o barotraumáticos, es preciso aplicar oxigenoterapia hiperbárica, de acuerdo a unas tablas de tratamiento establecidas, que combinan los efectos mecánicos del aumento de presión ambiental con la administración de oxígeno a concentración alta. La duración del tratamiento oscila entre 1 y 39 h, los más habituales entre 2 y 4 h. La presión de trabajo varía entre 2 y 6 atmósferas absolutas (ATA): lo más frecuente son las recompresiones entre 2,2 y 2,9 ATA.

En una cámara hiperbárica multiplaza, el personal sanitario entrenado asiste en su interior al accidentado manteniendo todos los principios e intervenciones terapéuticas que el paciente pueda precisar. Más detalles acerca de los perfiles de tratamiento, precauciones, tipos y características de las tablas de tratamiento utilizadas, criterios de recompresión, de exclusión o de interrupción del tratamiento, escapan a la orientación introductoria de estas recomendaciones iniciales.

La oxigenoterapia hiperbárica, aplicada por manos hábiles y de la forma correcta, tiene muy pocos efectos secundarios, que no obstante no deben infravalorarse. Un equipo médico bien entrenado no tendrá dudas en descartar los cuadros que plantean diagnóstico diferencial con accidentes no disbáricos, o los que siendo disbáricos no precisan recompresión, o, en fin, algunos otros en que la recompresión podría empeorar los problemas.

## Situación nacional e internacional de los centros de medicina hiperbárica

El mundo del buceo, tanto deportivo como profesional, otorga a las cámaras hiperbáricas una gran importancia estratégica, ya que su existencia es imprescindible para llevar a término su actividad. Por esta razón, los centros de medicina hiperbárica están sometidos a fuertes presiones por parte de los clubes, asociaciones y entidades oficiales, o seudooficiales, turísticas, profesionales y deportivas. Como resultado de esta situación circulan informaciones que deforman la realidad sanitaria de los ADB, aumentando o disminuyendo su importancia en función de intereses parciales, económicos e, incluso, políticos.

Hay publicaciones que contienen afirmaciones desajustadas a la realidad y que pueden contribuir a crear un estado de confusión para las personas que no conocen bien el tema.

En el ámbito mundial, hay una relativa carencia de cámaras hiperbáricas, que obliga a efectuar traslados, a veces a grandes distancias, para obtener un tratamiento hiperbárico. Algunas de las zonas turísticas de buceo más apreciadas del mundo, emplazadas en lugares remotos, se encuentran a centenares, cuando no a miles, de kilómetros de los centros de medicina hiperbárica, los cuales, dada su sofisticación, suelen estar ubicados en área urbana. Las características y las disponibilidades de estos centros experimentan cambios con mucha frecuencia. El acceso a los servicios informativos de entidades internacionales de asistencia, como DAN, es de extrema importancia.

En España hay un número aparentemente elevado de cámaras hiperbáricas. Algunas fueron construidas por empresas de buceo profesional para, de acuerdo a la normativa vigente, dar cobertura a una actividad determinada, pero estas instalaciones no están capacitadas para prestar asistencia a personas accidentadas. En la figura 5 se reproduce un resumen del mapa hiperbárico peninsular y balear. La disponibilidad de los centros de medicina hiperbárica españoles varía a menudo en función de condiciones locales. Es recomendable abstenerse de emitir "listados de cámaras", que pronto están desfasados y son la causa de traslados inadecuados y lamentables pérdidas de tiempo. Es preferible consultar las bases de datos especializadas, a través de internet, a fin de saber el estado de disponibilidad en tiempo real de los centros de medicina hiperbárica más adecuados a la localidad de referencia (<http://www.CCCMH.com>).

En conclusión, en su gran mayoría, los ADB constituyen una auténtica emergencia médica. Si bien su gravedad es va-

riable, un ADB en sí mismo requiere siempre atención preferente y especializada. El protocolo inicial de asistencia es de gran sencillez, pues en la mayoría de los casos solamente se requieren líquidos y oxígeno. En otros casos, es preciso practicar SVA de la forma habitual. Casi siempre será preciso abordar un traslado medicalizado y urgente, a veces a distancias respetables. La consulta a un centro de medicina hiperbárica es siempre necesaria, y la recompresión en cámara hiperbárica será precisa en la mayoría de los casos. Si se aplica de forma correcta este protocolo, seguido cuando sea necesario del tratamiento especializado en un centro de medicina hiperbárica bien calificado, el resultado será satisfactorio en la mayoría de los casos.

### Agradecimientos

A los responsables y los coordinadores de los servicios médicos de urgencias, cuya actuación suele ser muy valiosa en las emergencias disbáricas.

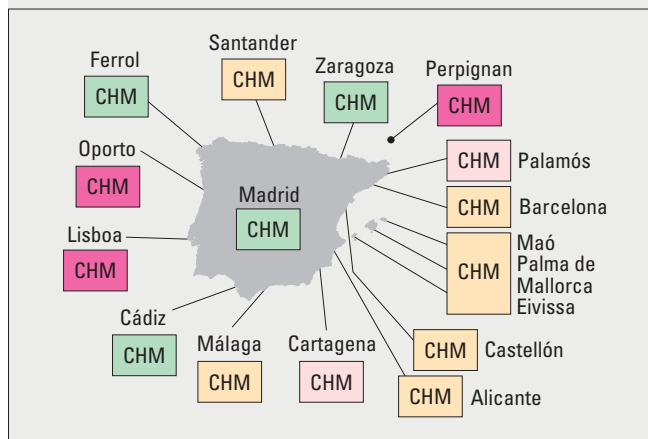
Al personal técnico de los centros de medicina hiperbárica, sin cuya constante labor de vigilia, pocas veces reconocida y raramente retribuida, no podría llevarse a cabo la lucrativa industria del buceo.

Al personal sanitario de los centros de medicina hiperbárica, auténticos guardianes de la seguridad de los buceadores. ]

### Bibliografía

- Orden del 30 de julio de 1981. Normas de Seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas en aguas marítimas e interiores. Boletín Oficial del Estado, N.º 271. 12 noviembre 1981. p. 26504-29.
- Orden del 14 de octubre de 1997. Normas de seguridad para el ejercicio de actividades subacuáticas. Boletín Oficial del Estado. N.º 280. 22 noviembre 1997.
- Desola J. Celerius, profundius, periculosius. Med Clin (Barc). 1995;104:739-41.
- Lopez Oblare B, Campos Pascual F. Accidente disbárico en pesca submarina. Med Clin (Barc). 1995;104:742-3.
- Salinas A, Desola J, Sala-Sanjaume J, Crespo A. Accidentes disbáricos de buceo en apnea: a propósito de cuatro casos. Emergencias. 1996;8(Supl 3):190.
- Salinas S, Desola J, Crespo S, Sala J. Accidentes disbáricos en apnea: presentación de 4 casos. Congreso de la SEMES. Las Palmas: octubre 1996.
- European Committee for Hyperbaric Medicine. A descriptive classification of Diving Accidents. Proceedings of the II Consensus Congress on Treatment of Diving Accidents. Marsella: mayo de 1996.
- Garrido Marín E, Lores Obradors L, Desola Alà J. Trastornos derivados de factores ambientales: altitud, contaminación ambiental, vibraciones, medio acuático. En: Farreras-Rozman, editores. Medicina interna. 15.ª ed. Madrid: Harcourt; 2004. p. 2631.
- Desola Ala J. Enfermedades disbáricas. Disbarismos. Rev Clin Esp. 1995;195:741-3.
- Desola J. Barotraumatismo pulmonar: síndrome de hiperpresión intratorácica. JANO 2008; CITA CRUZADA
- Lucas Martín MC, Pujante Escudero AP, Gonzalez Aquino JD, Sánchez Gascon F. El síndrome de sobreexpansión pulmonar como accidente de buceo. Revisión de 22 casos. Arch Bronconeumol. 1994;30:231-5.

**Figura 5. Distribución de centros de medicina hiperbárica y/o centros hiperbáricos operativos en la península Ibérica y lugares fronterizos.**



No aparece el archipiélago balear, que cuenta con centros calificados en Mallorca, Menorca y Eivissa. No se indican los centros hiperbáricos sin dirección médica.

Código de colores :

- Amarillo: Centros afiliados al CCCMH
- Rosado: Centros hospitalarios no afiliados al CCCMH
- Verde: Hospitales militares
- Magenta: Hospitales extranjeros

(Fuente Comité Coordinador de Centros de Medicina Hiperbárica [CCCMH]. Gráfico del autor.)

12. US Navy Diving Manual. NAVSEA 0994-LP-001-9010. Navy Department, Washington, DC. 20362.
13. Desola J. Comparison of eight diving computers. A real dive experimental study. En: Brubhack A, Bolstad G, editors. EUBS-1994. Proceedings of the Congress of the EUBS. Trondheim: SINTEF Unimed; 1994. p. 159-60.
14. Desola J. Enfermedad por descompresión. JANO 2008; CITA CRUZADA.
15. Danzl-Daniel F, Pozos Robert SA. Current concepts in accidental hypothermia. N Eng J Med. 1994;331:1756-60.
16. Betts J. Common medical problems in sub-aqua sport. Practitioner. 1981;225:1169-74.
17. Dick AF. Thermal loss in Antarctic divers. Med J Aust. 1984;140:351-4.
18. Hayes P. Diving and hypothermia. Arctic Med Res. 1991;50(Suppl 6):37-42.
19. Keatinge WR, Hayward MG, Mciver NKI. Hypothermia during saturation diving in the North Sea. Br Med J. 1980;280-91.
20. Desola Alà J. Accidentes de buceo (y 3). Tratamiento de los trastornos disbáricos embolígenos. Med Clin (Barc). 1990;95:265-75.
21. Bennet PB, Moon RE. Diving Accident Management. 41st UHMS Workshop. UHMS and DAN: 1990.
22. Dovenbarger J. Recreational scuba injuries. J Fla Med Assoc. 1992;79:616-9.
23. Wendling J. Die normobare Oxygenation als Sofortmassnahme beim dekompensionszwischenfall. Schweiz Z Sportmed. 1993;41:167-72.
24. Van Laak U. Klinik, Pathophysiologie und Therapie von Dekompensionserkrankungen. Ther Umsch. 1993;50:252-7.
25. Álvarez Tutor E. Reanimación precoz en parada cardiorrespiratoria por ahogamiento. Med Clin (Barc). 1994;102:558.
26. Grupo de Trabajo de Soporte Vital Básico del European Resuscitation Council. Recomendaciones para el soporte vital básico y cardíaco avanzado en el adulto. Med Clin (Barc). 1994;103:105-8.
27. Guidelines for basic life support. A statement by the Basic Life Support Working Party of the European Resuscitation Council, 1992. Resuscitation. 1992;24:103,10.
28. Behnke AR. The isobaric (oxygen window) principle of decompression. In: The New Thrust Seaward Trans 3rd Annual Conference of the Marine Technology Society. San Diego-Washington, DC: Marine Technology Society; 1967.
29. Vann R. The oxygen window. Alert Diver. 1993;:14-6.
30. Desola J, Sala J, Rabella J, Gerónimo C, Montanyà J, Abella C. Concentraciones de oxígeno obtenidas con cinco sistemas de administración diferentes. Estudio comparativo. Revista virtual de Medicina Hiperbárica. Disponible en: <http://www.ccmh.com>
31. Grupo de Trabajo del European Resuscitation Council. Soporte cardíaco vital avanzado para el adulto: las recomendaciones del European Resuscitation Council, 1992 (abreviadas). Med Clin (Barc).
32. Advance Life Support Working Party of the European Resuscitation Council. Guidelines for advance life support. Resuscitation. 1992;24:111-21.
33. Desola J, Balague A. Gasometric, biochemical, and metabolic variations after SCUBAdiving. Van Liew HD. Joint Meeting on Diving & Hyp Med, Amsterdam. 1990. p. 87-8.
34. Desola J, Sala-Sanjaume J, Gerónimo C, García A, Abella C, Montanyà J. An score index for assessment of decompression sickness risk after omitted decompression. En: EUBS 96 - Proceedings of the International Joint Meeting on Hyperbaric and Underwater Medicine. Istituto Ortopedico Galeazzi; Milan, Setiembre 1996.
35. Desola J. Management of seriously ill patients in the hyperbaric chamber. En: Schmutz J, Bakker DJ, editores. Hyperbaric Medicine. Proceedings of the 2nd European Conference on Hyperbaric Medicine. Basilea, 1988. p. 323-8.
36. European Committee for Hyperbaric Medicine. Proceedings of the I European Consensus Congress on Hyperbaric Medicine. Lille: ECHM; 1994.
37. Desola J. Air transport in case of dysbaric illness. Act Anaesthes Ital. 1990;13:121-4.
38. Mulrooney P. Aeromedical patient transfer. Brit J Hosp Med. 1991;45:209-11.
39. Blumen IJ. Flight physiology. Clinical considerations. Crit Care Clin. 1992;3:597-618.
40. Pérez Hidalgo I. Preparación del paciente para evacuaciones aéreas. Emergencias. 1997;9:35-43.