

# Principales lugares de producción de las patologías que requieren recompresión en cámara hiperbárica

Olea González A.<sup>1</sup>, Rodríguez Ruiz S.<sup>2</sup>, Rodríguez Ramírez D.<sup>3</sup>, Martín Martín S.<sup>4</sup>, García Miguel del Corral R.<sup>5</sup>, Pujante Escudero AP.<sup>6</sup>

*Sanidad mil. 2018; 74 (3): 189-184, ISSN: 1887-8571*

## RESUMEN:

**Introducción:** Las principales patologías que requieren tratamiento en cámara hiperbárica son la enfermedad descompresiva y el embolismo arterial gaseoso. Ambas comparten la necesidad de cambios de la presión ambiental y del contenido gaseoso en el organismo. Además del buceo, existen otras situaciones que suponen cambios de presión y por tanto propician el riesgo de presentar lesiones que requieran recompresión. **Objetivos:** Describir los principales lugares de producción de estas patologías y los mecanismos fisiopatológicos que las generan. **Material y Método:** Expedientes de accidentes de buceo recogidos en el Centro de Buceo de la Armada desde 1970 hasta 2017. **Resultados:** Total 392 casos, 345 (88%) se producen en la mar, 36 (9,18%) en cámara hiperbárica, 6 (1,53%) en relación con submarinos y 4 (1,02%) en actividades hipobáricas. **Conclusiones:** Cualquier situación que suponga un cambio de presión expone al sujeto a presentar una patología descompresiva y a necesitar un tratamiento hiperbárico. El lugar más frecuente es en la mar pero pruebas, en principio no lesivas, como un tratamiento hiperbárico, pueden predisponer a estas lesiones.

**PALABRAS CLAVE:** Accidentes de buceo, cámara hiperbárica, submarinos, cámara hipobárica.

## Main places of production of the pathologies that require recompression in hyperbaric chamber

**SUMMARY: Introduction:** The main pathologies that require a recompression therapy are decompression sickness (DCS) and arterial gas embolism (AGE), both can be caused by pressure-related activities and certain amount of gas (dissolved or not) in the victim's blood. Besides diving other pressure-related activities put the person in risk of this pathologies. **Aim:** To investigate the main place of production of these pathologies and their physiological base. **Methods:** we reviewed all charts of patients with DCS and AGE from 1970-2017 at Centro de Buceo de la Armada (Cartagena). **Results:** There were 392 cases, 345 (88%) diving related, 36 (9,18%) hyperbaric chamber-related, 6 (1,53%) submarine activities related and 4 (1,02%) hypobaric activities-related. **Conclusions:** Diving injuries rates are the most important but any pressure-related activity can be risky even hyperbaric chamber activity, considered the safest pressure-related activity.

**KEYWORDS:** Diving accidents, hyperbaric chamber, submarine, hypobaric chamber.

## INTRODUCCIÓN

Las principales patologías que requieren recompresión en cámara hiperbárica son la enfermedad descompresiva (ED) y la sobreexpansión pulmonar (SEP), ambas necesitan para su producción un cambio brusco de la presión ambiental.

La ED es un cuadro patológico que aparece como resultado de la formación de burbujas de gas procedente de los gases inertes disueltos en los tejidos cuando se registra una reducción suficiente de la presión ambiental. Fue Robert Boyle en 1670 el

que hizo la primera descripción de la ED al someter una víbora a variaciones de presión<sup>1</sup>. La primera descripción en humanos fue establecida por Triger en 1841, al observar como los trabajadores de los cajones neumáticos empleados en la cimentación de los puentes del río Loira presentaban unos cuadros clínicos que fueron denominados enfermedades de los cajones (*mal de caisson*)<sup>2</sup>.

Cualquier situación que suponga un incremento de presión atmosférica va a traer consigo una disolución y absorción de los gases inertes que componen la mezcla respiratoria. La cantidad de gas inerte absorbida dependerá de la constante de so-

1 Tcol. Médico. Centro de Buceo de la Armada. Cartagena. España.  
2 Tte. Médico. Escuela Militar de Sanidad. Madrid. España.  
3 Cap. Enfermero. Escuela Infantería Marina General Albacete y Fuster. Cartagena. España.  
4 Cap. Enfermera. Centro de Buceo de la Armada. Cartagena. España.  
5 Tte. Enfermera. Centro de Buceo de la Armada. Cartagena. España.  
6 Cte. Médico. Centro de Buceo de la Armada. Cartagena. España.

**Dirección correspondencia:** Agustín Olea González. Centro de Buceo de la Armada. Estación Naval de la Algameca. Cartagena Naval. aoleag@fn.mde.es.

Recibido: 12 de marzo de 2018

Aceptado: 8 de junio de 2018

doi: 10.4321/S1887-85712018000300008

**Tabla 1. Accidentados en la mar (345 casos).**

Mezcla respirable	Aire (89,27%)	Apnea (0,86%)	Helio (5,85%)	Nitrox (4,02%)
Clinica	ED 244 (70,70%) ED I 128 (52,45%) ED II 116 (47,55%)	SEP 38 (11,00%)	ODA 34 (9,85%)	Varios 29 (8,45%)

ED: Enfermedad descompresiva. EDI: ED tipo I o leve. EDII: ED tipo II o grave.  
SEP: Sobreexpansión pulmonar.

ODA: Omisión de descompresión asintomática

lubilidad de cada gas, del tiempo de duración de la exposición a ese cambio de presión y de la presión parcial de dicho gas.

Cuando se produzca la inversión en la presión de exposición, el gas inerte disuelto en los tejidos experimentará el proceso inverso; el gas pasará desde los tejidos a la sangre y de ahí será eliminado por vía respiratoria. Si por cualquier circunstancia el proceso anterior, de eliminación progresiva, no se realiza de forma adecuada, el gas disuelto se transformará en burbujas de gas inerte en los tejidos del organismo dando lugar al origen de la ED.

El cuadro clínico dependerá de la localización de las burbujas de gas inerte, así pueden aparecer formas leves o ED tipo I que coinciden con la localización extravascular y formas más graves o ED tipo II que coinciden con la localización intravascular de las burbujas.

La sobreexpansión pulmonar (SEP), pese a necesitar para su producción, como la ED, un cambio brusco de la presión ambiental, su origen es distinto<sup>3</sup>, ya que el agente productor del cuadro clínico no es una burbuja de gas inerte sino una determinada cantidad de aire que se introduce en territorio vascular.

Para su origen es necesario que el sujeto respire desde o dentro de un recipiente a presión. Si por cualquier circunstancia, ya sea por agotamiento de la mezcla respiratoria o necesidad de retornar a superficie de forma rápida, el sujeto pierde contacto con la fuente respiratoria e inicia un retorno rápido a superficie, la reducción de la presión ambiental comportará, en función de la ley de Boyle una progresiva expansión del volumen aéreo pulmonar que puede sobrepasar la resistencia elástica pulmonar provocando su rotura y favoreciendo la salida del aire pulmonar que puede ocupar espacios torácicos extrapulmonares o incluso pasar a territorio vascular arterial produciendo en este caso el denominado embolismo arterial gaseoso<sup>4</sup>.

La rotura o desgarro pulmonar puede producirse cuando el gradiente de presión entre aire alveolar y aire ambiente es de 80 mmHg, equivalente a un ascenso a superficie desde 1 metro de profundidad<sup>5,6</sup>.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se han revisado 391 casos de patologías susceptibles de tratamiento en cámara hiperbárica que han recibido tratamiento en el Centro de Buceo de la Armada (CBA) entre los años 1970 y 2017.

Como fuente de datos se han utilizado los informes de tratamiento de accidentes de buceo que se archivan en el Centro de Buceo de la Armada (Cartagena), en los que se recogen aspectos referentes a la actividad (mezcla respirable y lugar de la actividad) y al cuadro que motiva el uso de la cámara hiperbárica (síntomas presentados).

En todo momento se respetó el anonimato y confidencialidad de los datos usados en este estudio (Ley 15/1999 de protección de datos de carácter personal).

## RESULTADOS

Del total de casos revisados, 391, se obtiene que 345 casos (88,24%) ocurren en la mar (Tabla 1), 6 casos (1,53%) en

**Tabla 2.** En relación con submarinos (6 casos).

Ubicación	N (%) Clínica
Tanque de escape	2 (33,33) SEP
Escape desde submarinos	2 (33,33) SEP
Exterior del submarino	2 (33,33) EDI

**Tabla 3.** Accidentados en cámara hiperbárica (36 casos).

Actividad	Clínica
Pruebas de tolerancia 3 (8,33%)	ED I 20 (55,50%)
Inmersiones de adiestramiento 33 (91,67%)	ED II 9 (25,00%)
	Pareja asintomática 7 (19,50%)

relación con actividades en submarinos (Tabla 2), 36 casos (9,21%) en relación con actividades en la cámara hiperbárica (Tabla 3) y 4 casos (1,02%) en relación con actividades hipobáricas (Tabla 4).

En relación con las actividades acuáticas (Tabla 1), debemos destacar que en relación con la mezcla respirable, es el aire (89,27%) el elemento respiratorio más frecuente, mientras que las mezclas heliox y nitrox solo suponen un 5,85% y un 4,02% respectivamente. Pese a no emplear mezclas respirables, el buceo en apnea supuso un 0,86% de los casos tratados en instalaciones hiperbáricas de la Armada. En relación con la clínica destaca la ED (70,70%) y dentro de ella la denominada ED leve o tipo I (52,45%) seguida de la ED tipo II o grave (47,55%), la SEP representó un 11,00% de los casos y la omisión de descompresión asintomática (ODA) ascendió hasta un 9,85% de los casos, que pese a ser asintomática requiere un mecanismo de actuación especial<sup>7</sup>.

En las actividades relacionadas con submarinos (Tabla 2), se observa que de los 6 accidentes registrados; 2 (33,33%) se producen en ejercicios de entrenamiento de la maniobra de escape libre desde el tanque de escape situado en la base de Submarinos (Arsenal de Cartagena). Otros dos casos (33,33%) se produjeron en ejercicios de escape libre desde un submarino posado en el fondo marino. Un tercer grupo de accidentados, 2 casos (33,33%), accedieron en buceadores participantes en los ejercicios de escape real desde la mar y que actuaban como personal de apoyo en esas actividades.

Los accidentados en cámara hiperbárica (Tabla 3) ascendieron a un total de 36 casos, de los cuales el 91,67% ocurrieron durante inmersiones de adiestramiento y el 8,33% se produjeron durante las pruebas de tolerancia al ambiente hiperbárico. La patología más frecuente fue la ED (85,50%), siendo característico la ausencia de casos de SEP y sobre todo la presencia de la denominada pareja asintomática (19,50%).

Los accidentados en actividades hipobáricas (Tabla 4), se distribuyeron de la siguiente manera; 3 casos (75,00%) se produjeron durante ejercicios en cámara hipobárica que consistían en ascensos a 25000 pies previo proceso de desnitrógenización, mientras que el accidentado debido a la práctica paracaidista de produjo de forma previa a un salto desde 35000 pies (salto HALO-HAHO).

# Principales lugares de producción de las patologías que requieren recompresión en cámara hiperbárica

**Tabla 4.** Accidentados en actividades hipobáricas (4 casos).

Actividad	Clínica
Pruebas hipoxia	3 casos (75,00 %): ED 2 (66,66%) SEP 1 (33,33%)
Saltos HALO-HAHO	1 caso (25,00%) ED

**Tabla 5.** Medidas iniciales ante patologías descompresivas.

Oxígeno normobárico a la mayor concentración posible y si es posible con bolsa reservorio
Posición en decúbito supino.
Hidratación oral abundante, si el paciente no tolera la vía oral: - Suero fisiológico o Ringer lactato - Evitar sueros glucosados
Paciente seco y caliente
Ante evacuación aérea evitar cotas superiores a los 300 metros.

## DISCUSIÓN

Las situaciones clínicas que requieren recompresión en cámara hiperbárica suponen a nivel general un grupo patológico poco frecuente, pero representan unos cuadros clínicos con importantes repercusiones sistémicas por los fenómenos hemodinámicos que comportan en sus formas graves, por ello y pese a ser un grupo patológico muy específico en unos colectivos muy concretos (buceadores, apneistas, pilotos, paracaidistas y todos aquellos trabajadores que estén sometidos a variaciones de presión), deben ser conocidas por los profesionales sanitarios y en especial y en nuestro medio por todos aquellos que tienen relación con actividades subacuáticas, actividades relacionadas con submarinos y actividades hipobáricas, ya que su recuperación final dependerá en su mayor parte de una recompresión precoz. Siendo importante una recompresión adecuada y temprana no es menos importante la aplicación de medidas de soporte que se inicien ante cualquier sospecha diagnóstica y que se mantengan hasta la llegada al centro hiperbárico de referencia<sup>8</sup>.

Del análisis de la muestra destaca, que el lugar donde con más frecuencia se producen las patologías que requieren recompresión en cámara hiperbárica es la mar, con un total de 345 casos (88,24%), siendo el aire la mezcla respirable más frecuente (89,27%) y la ED el grupo patológico más habitual (70,70%).

El aire es la mezcla respirable más habitual en buceo y esto es debido entre otros a su economía y facilidad de obtención, sin embargo presenta algunos problemas que pueden limitar su operatividad, entre ellos destaca la elevada proporción de nitrógeno, gas inerte que favorece la aparición de burbujas durante la descompresión y su elevado efecto narcótico, lo que limita su máxima profundidad de uso hasta los 50 metros. Las otras mezclas respirables, heliox y nitrox, presentan un nivel patológico mucho menor ya que son más específicas, no están al alcance de todas las unidades de buceo, su nivel de especialización es más elevado y requieren un mayor control operativo y sanitario. El nitrox, mezcla binaria de nitrógeno y oxígeno, se fabrica artificialmente mediante la disminución de la cantidad de nitrógeno y el incremento de la proporción de oxígeno, de esta forma, se aumenta el tiempo de estancia bajo el agua y se reduce la

posibilidad de patología descompresiva<sup>9</sup>, con estas mezclas se pueden alcanzar profundidades de hasta 55 metros. El heliox, mezcla binaria de helio y oxígeno, permite alcanzar unas profundidades operativas de hasta 100 metros y en ellas se sustituye el nitrógeno por el helio, gas con menos efecto narcótico pero como efecto negativo presenta una alta conductividad térmica y una alteración en el tono de voz<sup>10</sup>.

El buceo en apnea, si bien no es una técnica de buceo reconocida ni aplicada en las FAS, representa el 0,86% de los casos que necesitaron recompresión en cámara hiperbárica. Esta pequeña, pero importante proporción se debe a que hasta principios del presente siglo, el Centro de Buceo de la Armada (CBA) era el lugar de tratamiento de las patologías de buceo tanto de origen militar como civil, en la actualidad existen entidades que cubren los accidentes de buceo de tipo civil con lo que los accidentes derivados de este tipo de buceo han desaparecido de nuestra casuística. Los accidentes descompresivos debido a la apnea, si bien son muy raros e infrecuentes, suelen aparecer cuando el apneista realiza un número elevado de inmersiones seguido de un intervalo en superficie entre inmersiones muy reducido, esto favorecerá una absorción continuada de nitrógeno y en caso extremo la aparición de patologías descompresivas<sup>11</sup>.

Dentro de la ED, el tipo I o leve, también conocida como ED I, representó un total de 128 casos (52,45%), mientras que la ED tipo II (ED II) o grave tuvo un total de 116 casos (47,55%). La ED leve se caracteriza por la aparición de dolores monoarticulares (BENDS) de localización fundamentalmente en hombro, codo y rodilla y de carácter progresivo. Al mismo tiempo es muy típico observar la presencia de manchas cutáneas sobre todo en tórax que en ocasiones de suele acompañar de prurito. La ED grave se caracteriza por su afectación neurológica donde destacan sobremanera parálisis, parestias y parestesias sobre todo de miembros inferiores<sup>8,12</sup>. A diferencia de la ED tipo I, la ED tipo II es una entidad grave tanto por las alteraciones intrahísticas como por la cascada de alteraciones bioquímicas y hemodinámicas que provoca debido a la interfase sangre-burbuja<sup>13</sup>.



**Figura 1.** Complejo Hiperbárico de la Unidad de Investigación Subacuática. Centro de Buceo de la Armada.

**Tabla 6.** *Objetivos del tratamiento hiperbárico.*

Reducir el tamaño de la burbuja
Favorecer la reabsorción del gas inerte contenido en la burbuja
Incrementar la presión parcial de oxígeno; revertir la isquemia causada por la obstrucción vascular ocasionada por la burbuja.

Como hecho reseñable es de destacar que 34 casos (9,85%) experimentaron la denominada omisión de descompresión asintomática: circunstancia en la que el buceador emerge a superficie sin completar la descompresión necesaria para la inmersión realizada, en este caso el riesgo de presentar una ED es elevado y obliga, según nuestros protocolos vigentes, a instaurar unos procedimientos específicos entre los que se incluye el tratamiento hiperbárico<sup>7</sup>.

A diferencia de la actividad acuática en la que la presión se incrementa de forma proporcional a la profundidad que alcanza el buceador, durante la estancia en un submarino la dotación estará expuesta de forma permanente a 1 ATA de presión (760 mmHg), esto es, la presión no cambiará independientemente de la profundidad a la que se encuentre el submarino. Si por cualquier circunstancia, la presión dentro del submarino se elevara (avería, hundimiento o vía de agua), obligaría a su abandono, este proceso se puede hacer mediante ayuda externa (mini submarinos que se acoplan y facilitan la transferencia del personal) o en caso extremo al abandono individual mediante la realización de maniobras de escape libre.

La maniobra de escape libre consiste en realizar un ascenso rápido en apnea, desde una profundidad variable y previa inspiración de aire desde un recipiente que se encuentra a presión. La ejecución correcta del ejercicio exige por parte del escapado una espiración continua del aire contenido en los pulmones. La no observación de estas normas supondrá que el afectado entre en grave riesgo de presentar un cuadro de SEP. La SEP tiene como característica fundamental su aparición inmediata y la afectación cerebral, debido entre otros a la posición ascendente del buceador y a que el aire en la circulación arterial encontrará rápidamente el camino cerebral mediante el arco aórtico y las ramas arteriales cerebrales, localizándose generalmente en territorios dependientes de la arteria cerebral media y especialmente en zonas frontoparietales izquierdas.

El conocimiento, dominio y correcta ejecución de la maniobra de escape libre es esencial en la tripulación de un submarino<sup>14</sup> y para ello se establecen dos tipos de adiestramiento; uno en tierra en el tanque de escape, piscina abierta de 10 metros de profundidad con tres compartimentos a 3, 6 y 10 metros desde los cuales el submarinista puede ejecutar el ejercicio. Este tipo de adiestramiento ha supuesto un total de dos accidentados, los cuales presentaron cuadros de SEP. Un segundo tipo de adiestramiento es el que se ejecuta en la mar y desde el propio submarino; de forma previa al ejercicio, el submarino estará posado en el fondo marino y el submarinista utilizando el compartimento de escape equilibrará la presión dentro del compartimento con el exterior, en este momento se abrirá la compuerta y el submarinista emergerá hacia la superficie, este tipo de actividad supuso dos accidentados que presentaron cuadros de SEP. Un tercer grupo de accidentados en relación con las actividades en

submarinos se refiere a los buceadores que desde el exterior del submarino ayudan a la correcta ejecución de los ejercicios, estos buzos actúan como elemento de seguridad ante cualquier percance al que se vea sometido el escapado, estos buceadores están expuestos a los peligros del aumento de presión y por tanto a padecer una patología descompresiva. En este grupo los dos casos registrados presentaron una ED.

El empleo de la cámara hiperbárica para realizar inmersiones supone una serie de ventajas sobre las inmersiones en mar abierto, entre ellas destacan: el control médico del buceador, una descompresión segura en un ambiente controlado y un adecuado ajuste de las mezclas respirables<sup>15</sup>. Sin embargo, debemos destacar la posibilidad de que aparezca una patología descompresiva pese al correcto seguimiento de las tablas de buceo, esta circunstancia pese a estar descrita previamente<sup>16</sup>, es una circunstancia muy infrecuente. El origen de este cuadro clínico puede ser; una absorción excesiva de gas inerte, una reducción de su eliminación durante la fase descompresiva o incluso la existencia de comunicaciones cardíacas derecha-izquierda para justificar la aparición de este cuadro clínico.

Dentro de las patologías que aparecen durante el empleo de la cámara hiperbárica se observan tres hechos significativos; En primer lugar, la aparición de patologías descompresivas durante la ejecución de las pruebas de tolerancia al ambiente hiperbárico (8,33%), esta prueba se realiza de forma previa al inicio de cualquier curso de buceo o sanitario en ambiente hiperbárico y tiene por objeto comprobar la capacidad de adaptación del alumno al medio hiperbárico, son pruebas consideradas inocuas pero sin embargo, no están exentas de riesgo; desde la implantación en el año 2014 de criterios más restrictivos, estos accidentes se han reducido prácticamente a cero. La ejecución de estas pruebas viene recogida como un criterio más dentro del reconocimiento médico del candidato a buceador o a sanitario en ambiente hiperbárico<sup>17</sup>. En segundo lugar, la no existencia de casos de SEP; esto puede ser debido a que la descompresión se realiza de forma controlada no produciéndose en ningún momento cambios bruscos de presión. Por último y con un porcentaje de un 19,50%, destaca la denominada pareja asintomática que no es más que el buceador acompañante que una vez concluida la inmersión, y a diferencia de su pareja de buceo, está asintomático. En este caso y según la doctrina sanitaria vigente en la Armada, siempre que se produzca una patología de buceo, el buceador acompañante, al realizar la misma inmersión que motivó el problema debe experimentar el mismo tratamiento hiperbárico que el buceador accidentado. Este mecanismo preventivo es una medida de seguridad que se aplica con el objeto de evitar la aparición de una patología descompresiva tardía en el buceador asintomático<sup>7</sup>.

Finalmente el medio hipobárico (Tabla 4) supone, en nuestra muestra, el menos generador de patologías que requieren recompresión en cámara hiperbárica, esto puede ser debido a la aplicación de medidas preventivas como son: limitar la altura de vuelo, limitar la exposición, favorecer la eliminación del gas inerte de forma previa a la actividad hipobárica mediante la respiración de oxígeno (30 minutos al 100%) proceso llamado desnitrogenización<sup>18</sup> o incluso

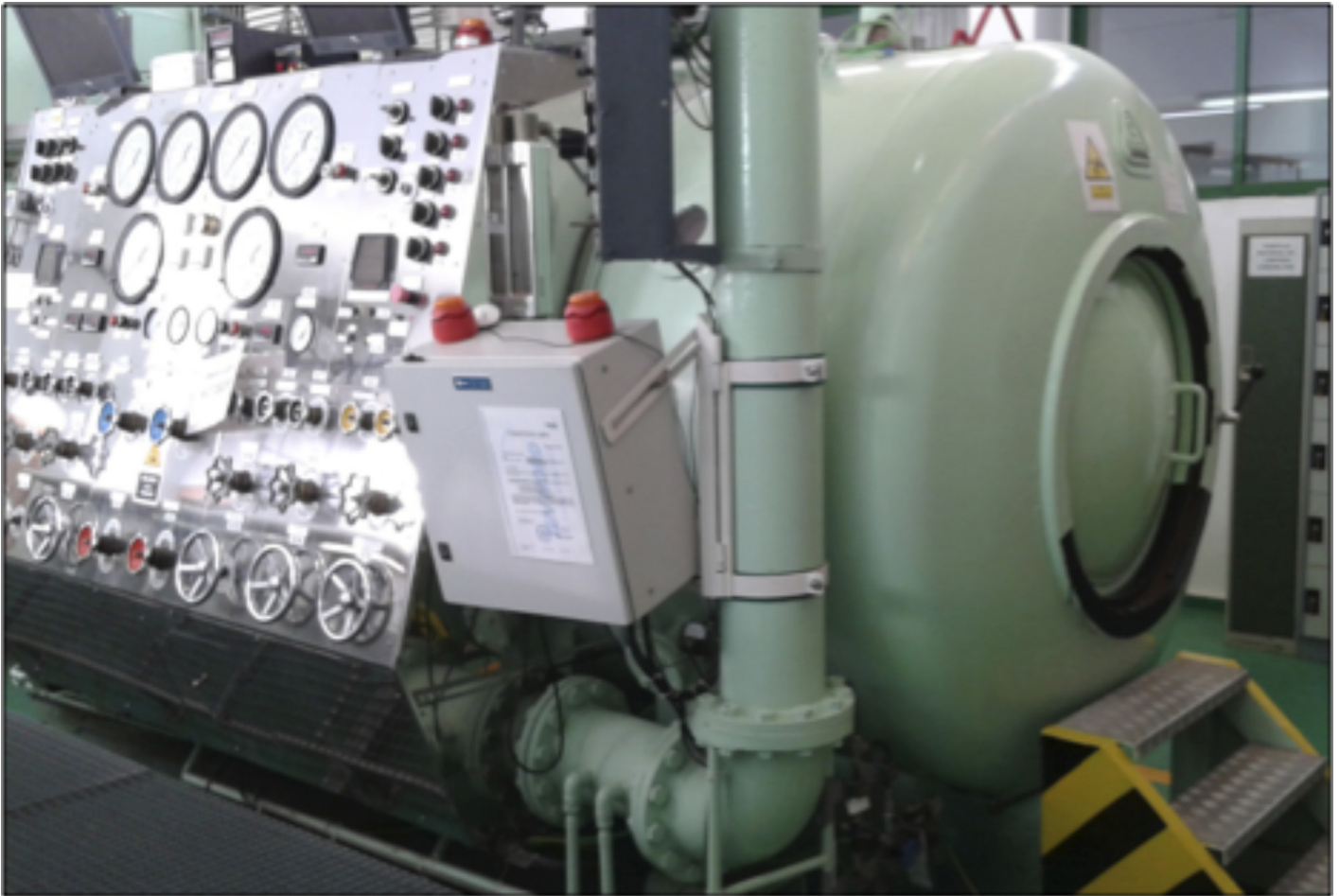


Figura 2. Cámara Hiperbárica del Centro de Buceo de la Armada.

mantener la respiración de oxígeno hasta el inicio del salto de alta cota (HALO-HAHO). Pese a estas medidas, la exposición a los cambios de presión supondrá la existencia de un riesgo de presentar patologías descompresivas, que si bien son menos frecuentes que durante la práctica del buceo, pueden aparecer en actividades dentro de la cámara hipobárica como en vuelos de alta cota<sup>19</sup>, así en nuestra muestra observamos situaciones patológicas tanto en las pruebas de hipoxia (75% de los casos registrados) como en los saltos de alta cota HALO-HAHO (25%). Si bien, la enfermedad descompresiva suele ser la patología más frecuente en este medio sorprende la existencia de un caso de SEP durante la estancia en la cámara hipobárica<sup>20</sup>.

De forma independiente al lugar de origen de las patologías descompresivas, estas comparten tres factores comunes como son; las medidas preventivas, las medidas iniciales de actuación y el tratamiento hiperbárico.

En relación con las medidas preventivas estas se centran en una buena selección de los candidatos, en un correcto estado de salud de forma previa al inicio de las actividades y en una correcta ejecución de las maniobras encomendadas. Durante la selección del candidato debemos asegurar una integridad de aparatos y sistemas, en este sentido y al objeto de prevenir cuadros de SEP debemos descartar patologías pulmonares que puedan favorecer el atrapamiento aéreo<sup>21</sup>. De forma previa al inicio de la actividad debemos

comprobar el buen estado general y el correcto entendimiento y comprensión de las maniobras y ejercicios a efectuar. En relación con la actividad acuática, una vez comenzada la inmersión se deben evitar situaciones de riesgo como serían; inmersiones sucesivas (inmersión en la cual aún tenemos nitrógeno residual en los tejidos correspondientes de una inmersión anterior y que obliga a incrementar los tiempos de descompresión), las velocidades de ascenso superiores a la normal (9 metros/min)<sup>22</sup> y sobre todo las alteraciones en los procesos descompresivos, ya sean estos accidentales o intencionados<sup>12</sup>.

Al ser reconocida la enfermedad descompresiva o ante la duda razonable de su diagnóstico, el paciente debe ser remitido de forma urgente a un centro hiperbárico aplicando durante el traslado las medidas iniciales (Tabla 5) que asegurarán una buena respuesta al tratamiento definitivo.

Una vez en el centro hiperbárico se confirmará, dentro de lo posible, el diagnóstico y se iniciará la terapia recompresiva, mediante la aplicación de las tablas de tratamiento, cuyos objetivos se recogen en la Tabla 6. Las tablas de tratamiento se aplican a distintas profundidades, distintos tiempos en esas profundidades y distintas mezclas gaseosas. La elección de una u otra tabla de tratamiento dependerá del diagnóstico inicial y de la respuesta del accidentado al tratamiento. En las FAS se utilizan las tablas de tratamiento de la Armada de los Estados Unidos<sup>7</sup>. Respecto al tratamiento

hiperbárico se insiste en la importancia de la recompresión precoz, así los retrasos mayores de 6 horas empeoran el pronóstico y favorecen la aparición de secuelas<sup>23</sup>, sin embargo un retraso prolongado no excluye o no es justificación suficiente como para desestimar la terapia recompresiva en cámara hiperbárica. En caso de duda, la recompresión inicial rápida puede confirmar el diagnóstico.

## CONCLUSIONES

Cualquier situación que suponga un cambio de la presión ambiental, expone al sujeto a una patología descompresiva. El lugar más frecuente de producción de estos grupos patológicos es el medio acuático pero existen otras exposiciones, consideradas inocuas, como es la tolerancia al medio hiperbárico que también puede ocasionarlas. De forma independiente de su lugar de producción, la patología descompresiva comparte tanto las medidas iniciales de actuación como el tratamiento hiperbárico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Boyle R. New pneumatical observation about respiration. *Phil Trans* 1670; 5: 2011-2031.
2. Philips JL. Triger's caisson. En *The bends: compressed air in the history of science, diving and engineering*. Yale University Press New Haven 1998:47-59.
3. Polak IB, Adams H. Traumatic air embolism in submarine escape training. *US Navy Med Bull* 1932; 30: 165.
4. Moon RE. Hyperbaric oxygen treatment for air or gas embolism. *Undersea Hyperb Med* 2014;41:159-166.
5. Fructus X, Sciarli R. Les barotraumatismes. En: *La plongée santé et sécurité*. Paris: Maritimes 1980; 112-121.
6. Benton PJ, Woodfine JD, Westwood PR. Arterial gas embolism following a 1-meter ascent during helicopter escape training: a case report. *Aviat Space Environ Med* 1996;67:63-64.
7. D-BC-01. Doctrina de buceo de la ARMADA.
8. Lucas Martín MC, Pujante Escudero AP González Aquino JD, Sánchez Gascón F. Accidentes de buceo: La enfermedad descompresiva como emergencia. Revisión de 51 casos. *Emergencias* 1993;5(3):98-104.
9. Brebeck AK, Deussen A, Range U, Balestra C, Cleveland S, Schipke JD. Beneficial effects of enriched air nitrox on bubble formation during scuba diving: An open water study. *J Sports Sci* 2018;36(6): 605-612.
10. Gosovic S. *Safe Diving*. Best Publishing Company. 6<sup>a</sup> edition. Arizona. 1993.
11. Schipke JD, Gams E, Kallweit O. Decompression sickness following breath hold diving. *Res Sport Med* 2006;14(3):163-178.
12. Pujante Escudero AP, Inoriza Belzunce JM, Viqueira Caamaño. Estudio de 121 casos de enfermedad descompresiva. *Med Clin (Barc)* 1990;94:250-254.
13. Moon RE. Hyperbaric oxygen treatment for decompression sickness. *Undersea Hyperb Med* 2014;41: 151-158.
14. Yildiz S, Ay H, Günay A, Yaygılı S, Aktas S. Submarine escape from depths of 30 and 60 feet: 41,183 training ascents without serious injury. *Aviat Space Environ Med* 2004;75:269-271.
15. Olea González A, Martínez Izquierdo A, Trigueros Martín JL, López Barreto C, Vicente Larios C, Callejón Peláez E, Viqueira Caamaño A. Enfermedad descompresiva tras una inmersión en simulador hiperbárico empleando mezclas respirables helio-oxígeno. *Med Mil (Esp)* 2003;59(19):35-39.
16. Gariel C, Delwarde B, Beroud S, Soldner R, Floccard B, Rimmelé T. Is decompression illness possible during hyperbaric therapy? A case report. *Undersea Hyperb Med* 2017; 44(3): 283-285.
17. Instrucción Técnica número 02/2016 de 9 de febrero de la Inspección General de Sanidad de la Defensa, sobre reconocimiento médico de personal militar para el desempeño de actividades de buceo y sanitarias en ambiente hiperbárico.
18. Martínez Izquierdo A, Olea González A, Trigueros Martín JL, Callejón Peláez E, Viqueira Caamaño A. Embolismo arterial gaseoso en ambiente hipobárico: primeros auxilios, evacuación y terapia recompresiva. *Med Aeroesp Ambient* 2002;6:264-270.
19. Auten Jd, Kuhne MA, Walker II HM, Porter HO. Neurologic decompression sickness following cabin pressure fluctuations at high altitude. *Aviat Space Environ Med* 2010;81:427-430.
20. Ríos-Tejada F, Azofra-García J, Valle-Garrido J, Pujante Escudero AP. Neurological manifestation of arterial gas embolism following standard altitude chamber flight: a case report. *Aviat Space Environ Med* 1997; 68(1):1025-1028.
21. Weiss LD, Van Meter KW. Cerebral air embolism in asthmatic scuba divers in a swimming pool. *Chest* 1995;107:1653-1654.
22. Lucas Martín MC, Pujante Escudero AP González Aquino JD, Sánchez Gascón F. El síndrome de sobreexpansión pulmonar como accidente de buceo. Revisión de 22 casos. *Arch Bronconeumol* 1994;30:231-235.
23. Stüpp W. Time to treatment for decompression illness. Report to North Sea Medical Centre for the Health and Safety Executive. RR50. HSEBooks. 2007.