

# Enfermedades profesionales subacuáticas: vigilancia de la salud

*Subaquatic occupational diseases: health surveillance*  
*Maladies professionnelles sous-aquatiques: surveillance de la santé*

## Redactores:

Antonio de la Iglesia Huerta  
*Doctor en Medicina*

CENTRO NACIONAL DE  
MEDIOS DE PROTECCIÓN

José Luis Cristóbal Rodríguez  
*Especialista en Medicina del Trabajo*  
INSTITUTO SOCIAL DE LA MARINA  
PALMA DE MALLORCA

*Esta nota técnica trata sobre la vigilancia de la salud de aquellos trabajadores que faenan en actividades subacuáticas. Se hace especial referencia a la enfermedad profesional y a los aspectos preventivos higiénicos y sanitarios.*

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

## 1. INTRODUCCIÓN

En esta Nota Técnica de Prevención vamos a tratar de exponer las patologías derivadas de la práctica del buceo profesional y la vigilancia de la salud, todo ello especialmente enfocado a las enfermedades profesionales (EEPP), que pueden concurrir, en aquellos trabajadores que realizan actividades laborales en el medio subacuático y que, debido a ello, podrían contraer una enfermedad profesional (EP).

En las actividades subacuáticas, y más concretamente en situaciones de inmersión, el trabajador (buceador) sufre, en su descenso, un aumento de la presión o “compresión” y al ascender se produce una disminución de la presión o “descompresión”.

Todo aumento o disminución brusca por debajo de un valor estable de presión ambiental puede dar lugar a accidentes o cuadros de enfermedad denominados “disbarismos”, término criticado por muchos autores por su ambigüedad y falta de precisión, aunque totalmente ortodoxo en cuanto a su significado patogenético.

Al efecto, en el anterior Cuadro de Enfermedades Profesionales (1978), los disbarismos venían tipificados como “Enfermedades provocadas por trabajos con aire comprimido” y comprendían aquellos trabajos subacuáticos en cajón, con escafandra y con o sin equipo de respiración individual, los trabajos de los profesionales a bordo de aeronaves por fracaso de los sistemas de presurización y aquellos otros que se realizasen en cualquier medio hiperbárico. En el vigente cuadro de 2006 se contempla como único epígrafe las enfermedades causadas por compresión o descompresión atmosférica.

## 2. ASPECTOS GENERALES DE LAS ENFERMEDADES / PATOLOGÍAS DERIVADAS DE ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS

Si nos ajustamos a la definición de EP como aquella producida como consecuencia del trabajo, de evolución lenta y progresiva a lo largo de la vida profesional del

trabajador, al que puede ocasionar una incapacidad para el ejercicio normal de su profesión o la muerte, nos quedaríamos con aquellas patologías debidas a los efectos del incremento/cambios de presión ambiental, de modo repetido y durante largos periodos, así como las secuelas de pequeños accidentes por dichos cambios de presión y que pueden ocasionar alteraciones con manifestación al cabo de un tiempo, generalmente largo, de practicar esta actividad.

No obstante lo anterior, conviene reseñar otras lesiones, disbáricas o no disbáricas, toda vez que pueden incidir en la aparición de la EP y que, por tanto, habrán de ser tenidas en cuenta a la hora de llevar a la práctica la vigilancia de la salud.

Así pues, y al objeto de no hacer demasiado extensa esta Nota Técnica de Prevención, resumimos en la tabla 1 los distintos riesgos y daños secundarios a la práctica de actividades subacuáticas.

## 3. LA ENFERMEDAD PROFESIONAL

Enumeradas en la tabla 1 (y no de manera exhaustiva), las diferentes patologías, secundarias a accidente o enfermedad, derivadas directamente de la práctica del buceo o de la exposición hiperbárica, y al objeto de centrarnos en la EP, descartaremos todas aquellas de carácter agudo que habitualmente serán consideradas como accidente de trabajo.

Así pues, son dos las entidades que han de considerarse como EP: La enfermedad descompresiva (ED) y la osteonecrosis disbárica (OND). Otros aspectos de la EP serían las alteraciones neurológicas, las alteraciones de la piel y la afectación pulmonar que se estudian dentro de la propia ED.

### Enfermedad descompresiva

La inmersión mediante aparatos de respiración semiautónomos (botellas) y autónomos (escafandras) suele ser la causa de la ED. La enfermedad por descompresión ocu-

LESIONES Y DAÑOS DERIVADOS DE LAS ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS		
Accidentes de Trabajo	Enfermedades derivadas del trabajo	Enfermedades Profesionales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traumatismos               <ul style="list-style-type: none"> <li>- por impacto</li> <li>- por colisión</li> <li>- por cortes (hélices)</li> <li>- por estallido de botellas de aire comprimido</li> </ul> </li> <li>• Heridas               <ul style="list-style-type: none"> <li>- por herramientas y útiles de trabajo</li> </ul> </li> <li>• Shock termo diferencial               <ul style="list-style-type: none"> <li>- ahogamiento</li> <li>- hipotermia</li> </ul> </li> <li>• Otras lesiones               <ul style="list-style-type: none"> <li>- por contacto urticariante</li> <li>- por picaduras</li> <li>- por mordeduras</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patología microbiológica               <ul style="list-style-type: none"> <li>- por hongos (micosis)</li> <li>- por bacterias (conjuntivitis y otitis)</li> <li>- dermatopatías</li> </ul> </li> <li>• Patologías debidas a los cambios de presión y/o a la mezcla de gases               <ul style="list-style-type: none"> <li>- alteraciones de la circulación periférica (fenómeno de Raynaud)</li> <li>- alteraciones digestivas (reflujo gastro esofágico)</li> <li>- alteración de la presión arterial</li> <li>- barotraumatismos (sinusal, ótico y pulmonar)</li> <li>- enfermedad descompresiva (cuadros agudos)</li> <li>- intoxicación por gases contaminantes (CO<sub>2</sub> y CO)</li> <li>- toxicidad por oxígeno</li> <li>- toxicidad por nitrógeno</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedad descompresiva (secuelas)</li> <li>• Osteonecrosis disbárica</li> </ul>

Tabla 1. Alteraciones secundarias a actividades subacuáticas

re cuando los gases disueltos en la sangre y los tejidos forman burbujas que constituyen un obstáculo al paso de la sangre. Realmente la enfermedad por descompresión es una auténtica enfermedad sistémica, cuya sintomatología está en función de la gravedad de la lesión y de la localización del lugar en donde se produce la embolia gaseosa. Esta fenomenología, en el ámbito que nos ocupa, ocurre cuando un trabajador se mueve desde un ambiente de alta presión a uno de baja presión, lo cual sucede al ascender tras una inmersión.

En cuanto a los aspectos patogénicos de la enfermedad conviene recordar que en los trabajos de inmersión se van a originar procesos de saturación y desaturación en relación con la concentración de nitrógeno (N<sub>2</sub>) en los tejidos, debido a la capacidad de difusión del N<sub>2</sub>. Cuando la concentración del gas sobrepasa los límites normales, es cuando aparecen los problemas, ya que el N<sub>2</sub> cambia de estado y forma burbujas, siendo éstas responsables más directas de la patogenia de la enfermedad. En efecto, el torrente de burbujas en la sangre va a alterar en cierta manera las proteínas circulantes, las cuales actuarán a nivel plaquetar originando agregación plaquetaria, así como la adherencia de glóbulos rojos y blancos, llegándose a producir, a diferentes niveles, una disminución del flujo sanguíneo con la consiguiente obstrucción circulatoria.

Abundando en este mecanismo, debemos hacer mención que a presión ambiente (1 ATA o 760 mmHg o 1013 mb), los tejidos del organismo están saturados con una determinada cantidad de nitrógeno, si aumenta la presión, aumenta la solubilidad (ley de Henry) y los tejidos acumulan más nitrógeno, llegando en función del tiempo a lograr un nuevo estado de saturación para la nueva presión. Al disminuir la presión (retorno a la superficie del trabajador), los tejidos que han acumulado un exceso de este gas, deben liberarlo de un modo gradual. Si el cambio es brusco, la diferencia de la presión parcial del gas intratisular con la presión parcial ambiental, origina que el gas cambie de estado y forme las mencionadas burbujas.

Realmente, la aparición de burbujas constituye la esencia de la enfermedad y los aspectos clínicos de ésta van a depender del número de burbujas, de su tamaño y de su localización, así:

- Las burbujas intratisulares producirán efectos irritativos locales, compresión nerviosa y microvascular.

- Las burbujas intravasculares, al pasar del sistema linfático y venoso al sistema arterial, podrán originar la oclusión de uno o varios vasos sanguíneos.

Habitualmente, la clínica de la enfermedad se contempla bajo dos puntos de vista: Tipo I o leve y Tipo II o grave, a tenor de la localización inicial y de las manifestaciones ocasionadas por la localización y acción de las burbujas. Las formas graves suelen presentar los siguientes cuadros:

1. *Síntomas cutáneos*: se trata de lesiones puntiformes o lenticulares, pruriginosas o máculas de coloración violácea que generalmente aparecen en tórax, torso y abdomen.
2. *Síntomas osteo-musculares (bends)*: que se caracterizan por dolor sordo o punzante de aparición rápida e intensidad variable. El trabajador suele adoptar una posición antiálgica y los dolores se exacerban con la movilización pasiva. Estas molestias aparecen frecuentemente en la región escápulo-humeral y codo, así como a nivel de la cadera y de la rodilla, produciendo una cierta impotencia funcional.
3. *Síntomas neurológicos*: con afectación medular baja (paraparesia o paraplejía) simulando un cuadro de hemisección o sección medular completa. Otros síntomas, mucho menos frecuentes, pueden deberse a afectación cerebral y cerebelosa. Las burbujas pueden alterar la función vestibular provocando un síndrome vertiginoso-vestibular.
4. *Sintomatología cardiopulmonar*: cuando las burbujas colapsan el filtro pulmonar se produce sensación de opresión precordial, con disnea e insuficiencia respiratoria. Es transitorio o puede preceder a la sintomatología neurológica.

Las formas leves pueden ser asintomáticas o producir escasas molestias a nivel cutáneo o a nivel osteoarticular y muscular, que ceden en poco tiempo, por lo que los buceadores tienden a restarle importancia y no se someten al tratamiento adecuado. Sin embargo, en estas formas leves de ED, en las que probablemente hubo una descompresión omitida (el buceador no realiza las paradas de descompresión que debería en función de la profundidad y duración de la inmersión), se producen microburbujas que con el tiempo llegan a producir alteraciones crónicas.

### Osteonecrosis disbárica

La OND, descrita por primera vez por Bornstein y Bassoe entre 1912 y 1913, es una enfermedad que puede permanecer asintomática durante años, detectándose mucho tiempo después del episodio causante que puede haber sido una única descompresión inadecuada. Se presenta como un cuadro clínico con sintomatología lenta y progresiva que se desarrolla en meses o años de práctica de buceo o exposición a hiperbaria.

La OND está reconocida como una forma de necrosis ósea aséptica que afecta preferentemente a la cabeza o metáfisis de huesos largos y al hueso iliaco. Se manifiesta con dolores articulares, impotencia y limitación funcional de grandes articulaciones, hombros, caderas y rodillas que, inicialmente y a nivel radiológico, pueden no mostrar signos de daño articular.

Progresivamente, las limitaciones y la impotencia funcional se hacen cada vez mayores, causando ya dolores permanentes de difícil tratamiento y dificultad cada vez mayor para los movimientos habituales de las articulaciones afectadas.

Realmente y en líneas generales, la necrosis ósea es la consecuencia de daños tisulares secundarios a isquemia y en el caso que nos ocupa, esta isquemia es secundaria a un disbarismo con formación de microburbujas de nitrógeno que afectan las estructuras vasculares óseas. La alteración puede ser extravascular por compresión directa o bien intravascular por micro embolia o por fenómenos de coagulación (agregación plaquetaria y trombogénesis).

Las lesiones pueden localizarse **a nivel medular** (cuello y cabeza de huesos largos), produciendo escasa o nula sintomatología y detectándose de manera casual en estudios radiológicos, o **a nivel yuxtaarticular**, en zonas adyacentes a la superficie articular, especialmente en hombro y cadera. Estas son especialmente graves, ya que pueden dañar la articulación y producir una mayor limitación e incapacidad funcional, precisando, en ocasiones, la colocación de prótesis en la articulación afecta.

El diagnóstico de confirmación de la OND habitualmente se realiza, ante sospecha clínica, mediante Rayos X, si bien, con la prudencia de que en fases iniciales puede no mostrar alteraciones. En casos de duda razonable, se debe solicitar una resonancia magnética, siendo ésta la técnica diagnóstica más fiable para detectar lesiones iniciales y cambios a nivel trabecular y medular.

Como ya comentamos más adelante, el protocolo de vigilancia de la salud de los buceadores profesionales, así como de cualquier trabajador expuesto a un ambiente hiperbárico, debe incluir la realización de estudios radiológicos para el despistaje en fases iniciales de la OND, ya que cuando se presenta y diagnostica, habitualmente el tratamiento es ya ineficaz y solo queda la opción de suspender el trabajo en hiperbaria para evitar la progresión de la enfermedad.

## 4. VIGILANCIA DE LA SALUD

Analizaremos separadamente los aspectos higiénicos de los sanitarios.

### Aspectos higiénicos

En líneas generales diremos que la mejor manera de evitar las alteraciones descritas consiste en llevar a cabo unos ascensos y descensos lo más lentos posibles. Pero

en el tema que nos ocupa, esto es, en los trabajadores que realizan actividades subacuáticas, hay que prestar especial atención al ascenso, ya que esta situación puede dar origen a la enfermedad descompresiva.

En este sentido, la prevención ha de contemplar una emersión lenta, pausada y sosegada, cuya velocidad de ascenso no debe ser superior a los 12-18 metros por minuto. Al mismo tiempo, la emersión debe efectuarse realizando paradas a determinadas cotas de profundidad acordes con las denominadas *tablas de descompresión*, que permitan liberar el exceso de gas inerte de los tejidos más saturados. Estas tablas de descompresión se establecen mediante un modelo matemático basado en la teoría de Haldane, que ha dado pie a la confección de una variedad de tablas adaptadas para cada tipo de actividad subacuática, que todo trabajador del sector debe conocer y cumplimentar estrictamente.

Así pues, y en consonancia con lo dispuesto en la Orden de 14 de octubre de 1997, por la que se aprueba las "Normas de Seguridad para el Ejercicio de Actividades Subacuáticas" (BOE, 280 de 22 de noviembre), conviene tipificar la prevención desde cuatro puntos de vista: 1) Lugares, condiciones y equipos de trabajo, 2) Trabajadores implicados en las operaciones de trabajo, 3) Gases respirados y 4) Prohibiciones, restricciones y limitaciones. Véase tabla 2.

En relación con este esquema, reflejado en la tabla 2, tal vez y **desde el estricto punto de vista de la prevención y de la protección de la salud de los trabajadores** habría que prestar especial atención a todo lo relacionado con *los lugares, condiciones y equipos de trabajo*, siendo por ello que las empresas, habrán de asegurarse:

- Que los equipos utilizados o que vayan a utilizarse, en operaciones hiperbáricas, sean revisados conforme a la legislación vigente, disponiéndose de un "libro de registro y control de equipos" en donde se especifiquen estas revisiones y los controles realizados en dichos equipos. De otra parte se comprobará que los trabajadores están en posesión de la titulación y capacitación necesarias que les faculten para realizar trabajos en exposición hiperbárica.
- Que los trabajadores que practiquen buceo autónomo dispongan de gafas o mascarilla facial, sistema de control de la presión del aire de la botella, guantes de trabajo, cuchillo, aletas, recipientes con doble grifería y chaleco hidrostático equipado con un sistema de hinchado bucal y otro automático procedente de la botella de suministro principal o de un botellín anexo. Así mismo, deberán disponer de brújula, reloj de profundidad y traje húmedo o seco de volumen variable en función de las condiciones ambientales.
- Que para los trabajadores que practiquen buceo con suministro desde superficie se disponga de un cuadro de distribución de gases y conexiones umbilicales de acuerdo con lo especificado en la mencionada Orden. Igualmente, los trabajadores deberán estar equipados con un sistema de comunicación, y disponer del equipo de buceo adecuado en consonancia con lo especificado en el apartado anterior. Finalmente, se dispondrá de campana húmeda de acuerdo con lo tipificado en la Orden de referencia, prestando especial atención a que dicha campana estará equipada de una reserva de gas que permita la presurización y la evacuación del agua con la mezcla respirable de fondo, como la utilizada por los buceadores. Esta reserva de gas se manipulará desde el interior de la campana a requerimiento de los buceadores.

MEDIDAS HIGIÉNICO-PREVENTIVAS	
Aspectos preventivos	Situaciones a considerar
LUGARES, CONDICIONES Y EQUIPOS DE TRABAJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de equipos.</li> <li>• Titulación y capacitación.</li> <li>• Equipos especiales cuando el suministro de aire se efectúe desde la superficie.</li> <li>• Especial atención a la mezcla de gases empleados.</li> <li>• Especial atención a labores de oxicorte, soldadura y manejo de explosivos.</li> <li>• Manejo de tablas oficiales.</li> </ul>
TRABAJADORES IMPLICADOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerar los tiempos de exposición a tenor de la modalidad de buceo.</li> <li>• Tener en cuenta el número de trabajadores según la modalidad de trabajo.</li> <li>• Considerar la capacitación del Jefe de Equipo.</li> <li>• Evitar maniobras de las embarcaciones que puedan constituir un peligro para los buceadores.</li> </ul>
GASES RESPIRADOS Y CÁMARAS DE DESCOMPRESIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar la presión relativa máxima de utilización del aire comprimido.</li> <li>• Las cámaras de descompresión tendrán, por lo menos, dos compartimentos cada una y con arreglo a modelos homologados por la UE.</li> </ul>
PROHIBICIONES, RESTRICCIONES Y LIMITACIONES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el chaleco compensador de flotabilidad.</li> <li>• Uso, al menos, del reloj de profundidad (en inmersiones superiores a 12 metros) o mejor aún, el empleo de los modernos ordenadores personales que recogen la duración y profundidad de la inmersión y que establecen el ascenso adecuado.</li> <li>• Mantenimiento y puesta a punto de los equipos.</li> <li>• No efectuar trabajos físicos tras inmersiones que hayan requerido descompresión.</li> <li>• Respetar los tiempos máximos de inmersión según profundidad y actividad. Evitar inmersiones sucesivas.</li> </ul>

Tabla 2. Esquema de medidas higiénico-preventivas para la vigilancia de la salud

- Que en relación con los lugares de trabajo, y dependiendo de las distintas cotas de profundidad, se utilicen los sistemas de buceo apropiados con especial atención a las mezclas de gases empleados. A estos respectos y en aquellas tareas en las que el trabajador esté sometido a profundidades superiores a 50 metros, será recomendable disponer de una cámara de descompresión en superficie. Con respecto al tiempo de exposición y siempre al hilo de lo especificado en la Orden de referencia, se advierte que los trabajadores sólo podrán efectuar una inmersión continuada al día, debiendo transcurrir desde ésta a la primera de la siguiente jornada, al menos doce horas.
- Que el empresario deberá observar, además, el cumplimiento de otras normas legales vigentes, en cuanto a seguridad en los lugares de trabajo, especialmente a aquellas que hacen referencia al manejo de sustancias explosivas, con especial atención a todo lo relativo en materia de soldadura y oxicorte en el lugar de trabajo.
- Que para efectuar la descompresión, se establece como reglamentaria la colección de tablas que figuran en el anexo III de la Orden Ministerial de 14 de octubre de 1997. Dichas tablas son editadas por la Dirección General de la Marina Mercante, único organismo que puede modificarlas. Cualquier utilización de otro tipo de tablas debe ser autorizada por la citada Dirección General.

Finalmente, habría que tener en cuenta otros aspectos al hilo de la legislación vigente (14 de octubre de 1997):

- *Respecto a los trabajadores implicados en las operaciones de trabajo:* duración de la exposición diaria, modalidad de buceo, formación de los trabajadores, etc.
- *Con relación a los gases respirados y a las cámaras de descompresión,* deberán seguirse las indicaciones que establece el Ministerio de Fomento en los

artículos 3 y 22, respectivamente, de la citada Orden Ministerial.

- *En lo referente a prohibiciones, restricciones y limitaciones,* se deberá tener en consideración los artículos 14 y 15 de la mencionada Orden Ministerial, que establecen una serie de medidas que hacen referencia a determinadas prohibiciones, restricciones y limitaciones de uso que deben tenerse en cuenta por parte de empresarios y trabajadores.

#### Aspectos sanitarios

La vigilancia de la salud desde el punto de vista sanitario ha de centrarse fundamentalmente en la vigilancia médica periódica de los trabajadores, sin olvidar lo establecido en la Ley General de la Seguridad Social que hace referencia a la obligatoriedad de efectuar reconocimientos médicos previos al ingreso, siempre y cuando el trabajador pueda contraer una enfermedad profesional por motivo de su trabajo.

En los trabajadores expuestos a compresión o descompresión atmosférica, la *vigilancia sanitaria* debería comprender los siguientes estudios y exploraciones (ver tabla 3).

- **Otoscopia:** la otoscopia es una exploración fundamental en el examen médico del buceador y de otros trabajadores del sector aeronáutico, con ella vigilaremos el conducto auditivo externo, la membrana timpánica, su movilidad tras una maniobra de Valsalva, y las estructuras y estado del oído medio.
- **Timpanometría:** es una exploración funcional del oído medio y de su mecanismo de aireación a través de la trompa de Eustaquio. Cualquier alteración de las curvas timpanométricas nos induce a investigar la existencia de patología en el oído medio o bien las

PREVENCIÓN SANITARIA	
Zona o aparato a vigilar	Prueba a realizar
Oído externo	Otoscopia
Trompa de Eustaquio	Timpanometría
Oído interno (hipoacusia)	Audiometría
Aparato respiratorio	Pruebas de función respiratorias
Corazón y vasos sanguíneos	Pruebas cardiovasculares – electrocardiograma – oscilometría – ergometría (si procede)
Coagulación	Análisis (plaquetas y factores de la coagulación)
Sistema nervioso	Pruebas neurológicas
Globo ocular	Estudio oftalmológico
Aparato locomotor	Estudio de la movilidad y motricidad. Radiografías de hombros, cadera y rodilla (al inicio y posteriormente a intervalos de entre 2-5 años).

Tabla 3. Pruebas médicas complementarias en la vigilancia de la salud

disfunciones que afectan a la permeabilidad de la trompa de Eustaquio; la existencia de una curva anormal va a estar asociada, normalmente, con una probable hipoacusia de transmisión.

- Audiometría: la hipoacusia es una de las pocas patologías conocidas y documentadas que se asocian con los trabajos de buceo, de los pilotos y otro personal auxiliar de vuelo, de ahí la importancia de la exploración funcional de la audición de estos colectivos. Las hipoacusias se agravan con estas situaciones de exposición.
- Exploración del equilibrio: los trabajadores con antecedentes de síndromes vertiginosos, ya sean centrales o periféricos, no deben iniciarse en el ejercicio del buceo. En cualquier caso, habrá que llevar a cabo una vigilancia sanitaria si se ha sufrido un barotraumatismo.
- Exploración respiratoria: la exploración respiratoria se ha de considerar fundamental en la vigilancia de la salud de buceadores, pilotos y trabajadores que faenen en zonas de gran altitud. Una vez descartado en la historia clínica antecedentes fundamentados de patología relacionada con el sistema respiratorio, los reconocimientos periódicos deberán contemplar la práctica de rinoscopia anterior, radiografía de tórax y pruebas funcionales respiratorias (fundamentales para descartar patologías que puedan ocasionar atrapamiento aéreo).
- Exploración cardiovascular: esta exploración forma parte esencial del examen médico preempleo y de la vigilancia médica continuada asegurándonos de la no existencia de valvulopatías, congénitas o adquiridas, así como la sospecha de malformaciones cardíacas. Sería de sumo interés descartar la

persistencia del foramen oval asintomático y sin consecuencias clínicas, pero que en estos colectivos puede ser la causa de una embolia por gas. El electrocardiograma de reposo y el de esfuerzo permiten valorar la tolerancia y el estado de carga física global que realiza el trabajador.

- Estudio analítico. La analítica a realizar deberá incluir:
  - Análisis de orina (rutinario y estudio del sedimento).
  - Análisis de sangre, en donde, desde el punto de vista del hemograma, se vigilará especialmente la elevación del hematocrito, la disminución del recuento de plaquetas y los productos de degradación del fibrinógeno. El estudio bioquímico sanguíneo contemplará la determinación de colesterol, glucosa, triglicéridos, creatinina, urea, ácido úrico, perfil hepático, proteínas totales y pruebas de coagulación, destacando la vigilancia de aquellos parámetros que con mayor frecuencia se alteran en las primeras fases de la enfermedad descompresiva: aumento de la creatinquinasa, aumento de la lactodehidrogenasa y de la transaminasa glutámico-oxalacética.
- Vigilancia neurológica y psiquiátrica: básicamente habrá que prestar atención a la exploración de reflejos, motricidad y sensibilidad, para descartar cualquier déficit neurológico, ya que la epilepsia y cualquier otra enfermedad susceptible de producir convulsiones o episodios de pérdida de conciencia, contraindican la práctica de cualquier actividad subacuática o aeronáutica. La práctica de un electroencefalograma quedaría supeditada ante la sospecha de patología del sistema nervioso central.
- Examen oftalmológico: tanto para la valoración de aptitud como para la vigilancia médica sanitaria de los trabajadores expuestos a compresión o descompresión atmosférica, se debería realizar una exploración del globo ocular, de la agudeza visual y una campimetría, ya que cualquier patología aguda o crónica del globo que produzca síntomas como fotofobia, diplopia o disminución de la visión se ha de valorar.
- Examen osteomuscular: la exploración osteomuscular del buceador no requiere pruebas diagnósticas complementarias especiales, pero es importante que los buceadores profesionales tengan una movilidad y motricidad normal que les facilite las tareas de su trabajo bajo el agua y los movimientos propios de la actividad subacuática, incluyendo la previsión de situaciones límite. Cualquier limitación funcional articular en un buceador debe ser valorada por si repercute en su seguridad durante la actividad profesional. Sin embargo, sí debe prestarse una mayor atención a este tipo de alteraciones en pilotos y personal auxiliar de vuelo, habida cuenta de lo reseñado anteriormente en relación con los *bends* articulares, que se manifiestan fundamentalmente a nivel de las articulaciones de la rodilla, hombro y cadera y en donde el dolor aumenta con la movilización activa y pasiva. Aunque no hay nada legislado al efecto, a excepción de lo dispuesto en la Comunidad Autónoma de Galicia, sería conveniente practicar, de manera escalonada, radiografías de hombros, caderas y rodillas.
- En caso de haber padecido un accidente de buceo o enfermedad descompresiva, es imperativo efectuar un nuevo reconocimiento médico para determinar la aptitud del trabajador y establecer un protocolo de vigilancia y despistaje de la OND.
- Finalmente, conviene hacer referencia a la protección relacionada con la maternidad: en este sentido, la

mujer embarazada no debería practicar actividades subacuáticas de las ya mencionadas, toda vez que durante el primer trimestre del embarazo existe un incremento de la incidencia del vómito, existiendo, por tanto, la posibilidad de que el vómito aparezca bajo el agua, con la consiguiente aparición de pánico en la buceadora, que puede aumentar el riesgo de enfer-

medad descompresiva y de sobre-expansión pulmonar. Así mismo, la mujer buceadora es más susceptible de padecer barotraumas por la retención de fluidos y edemas propios del embarazo.

De otra parte, en el feto, y debido a la permeabilidad del foramen oval, puede ocurrir una embolia gaseosa que puede ser fatal para el feto.

## BIBLIOGRAFÍA

BENNETT PB; MARRONI A; CRONJE FJ; CALI-CORLEO R; GERMONPRE P; PIERI M ET AL.

**Effect of varying deep stop times and shallow stop times on precordial bubbles after dives to 25 msw (82 fsw)**

*Undersea Hyperb Med.* 34:399-406, 2007.

BOUSSUGES A; BLATTEAU JE AND PONTIER JM

**Bubbles in the left cardiac cavities after diving**

*Heart* 94:445, 2008.

BRUCE DG AND FOX MJ

**Spinal decompression sickness with delayed onset, delayed treatment, and full recovery**

*Br Med J*, 285:1.120, 1982.

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE GALICIA

**Orden de 23 de abril de 1999 por la que se regula el ejercicio del buceo profesional en la Comunidad Autónoma de Galicia**

*Diario Oficial de Galicia N° 90. Miércoles, 12 de mayo de 1999.*

DESOLA J

**¿Medicina subacuática?**

*Medicina Clínica (Barcelona)* 94: 377-380, 1990.

DESOLA J

**Accidente de buceo (1). Enfermedad descompresiva**

*Medicina Clínica (Barcelona)* 95:147-56, 1990.

DESOLA J

**Enfermedad por descompresión**

*Jano* 2-18 sep. n° 1.706, 2008.

DUJIC Z; PALADA I; OBAD A; DUPLANCIC D; BRUBAKK AO AND VALIC Z

**Exercise-induced intrapulmonary shunting of venous gas emboli does not occur after open-sea diving**

*J Appl Physiol.* 99:944-9, 2005.

EFTEDAL OS; LYDERSEN S AND BRUBAKK AO

**The relationship between venous gas bubbles and adverse effects of decompression after air dives**

*Undersea Hyperb Med.* 34:99-105, 2007.

GALLAR-MONTES F

**Enfermedad descompresiva crónica: Necrosis ósea aséptica**

Medicina Subacuática e Hiperbárica. Instituto Social de la Marina (España), 346-53. 1997.

HALPERN P; GREENSTEIN A AND MELAMED Y

**Spinal decompression sickness with delayed onset, delayed treatment, and full recovery**

*Br Med J*, 284:1.014, 1982.

JONES JP JR

**Prevention of dysbaric osteonecrosis in compressed-air workers**

*Clin Orthop*, 130: 118-128, 1978.

KINDWALL EP; NELLEN JR AND SPIEGELHOFF DR

**Aseptic necrosis in compressed air tunnel workers using current OSHA decompression schedules**

*J Occup Med*, 24: 741-745, 1982.

MINISTERIO DE FOMENTO

**Orden de 14 de octubre, por la que se aprueban las Normas de Seguridad para el Ejercicio de Actividades Subacuáticas**

*BOE n° 280, 22-11, 1997.*

MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

**Real Decreto 366/2005, de 8 de abril, por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE AP-18 del Reglamento de aparatos a presión, referente a instalaciones de carga e inspección de botellas de equipos respiratorios autónomos para actividades subacuáticas y trabajos de superficie.**

*BOE n° 100 27-4-2005.*

PUJANTE ESCUDERO AP; INORIZA BELZUNCE JM Y VIQUEIRA CAAMAÑO A

**Estudio de 121 casos de enfermedad descompresiva**

*Medicina Clínica (Barcelona)*, 94:250-4, 1990.

RUGMAN F AND MEECHAM J

**Spinal decompression sickness at unusually shallow depth**

*J Soc Occup Med*, 35: 103-104. 1985.

STEGALL P; SMITH K AND HUANG TW

**Dysbaric osteonecrosis: a consequence of intravascular bubble formation, endothelial damage, and platelet thrombosis**

*J Lab Clin Med*, 98: 568-590, 1981.

TORREY SA; WEBB SC; ZWINGELBERG KM AND BILLES JB

**Comparative analysis of Decompression Sickness**

*Journal Hyperbatic Medicine*, Vol. 2: 55-62, 1987.