

# REFLEXIONES SOBRE EL RIESGO LETAL EN ACTIVIDADES SUBACUATICAS

(Versión 4.3)

*Jordi Desola Alà*

*En memoria de Jordi Mateo*



Fotografía descargada de <<http://www.hmdiver.com>>

## CRIS-UTH

Hospital Moisès Broggi  
08970 Sant Joan Despí  
BARCELONA

Se autoriza la reproducción íntegra de este escrito  
por cualquier medio citando siempre su origen y autoría.

Está prohibida la reproducción parcial  
de párrafos, páginas o ilustraciones.

Correspondencia :  
<[cris@comb.cat](mailto:cris@comb.cat)>

# REFLEXIONES SOBRE EL RIESGO LETAL EN ACTIVIDADES SUBACUÁTICAS

*Jordi Desola Alà*

El 14 de abril es una fecha singular; basta echar una ojeada al Google par verificar que fue el día que mataron a Abraham Lincoln, y también la noche en que un cascarón llamado *Titanic* rozó un poderoso banco de hielo, por citar sólo dos de los acontecimientos más conocidos.

No es tan recordado que ese día, pero 29 años más tarde, se proclamó la segunda República. Y sólo los más cercanos recuerdan, y sólo a veces, que algunos años después el ciudadano Francesc Desola Pujol, agente comercial, escritor, y ferviente republicano que purgó en el campo de concentración su entereza ideológica, convenció a su esposa Emilia Alà Piguillem, de profesión modista y a partir de los 80 años también escritora, para que diese a luz precisamente ese día a su primer hijo varón.

En el mundo del buceo, también es una fecha señalada. El 14 de abril de 1954 se fundó en Barcelona el Centro de Recuperación e Investigaciones Submarinas (CRIS) como primera institución española dedicada al buceo con escafandra en todas sus acepciones que, entre otros, tuvo departamentos de rescate, ingeniería, arqueología, biología, y medicina además de escuela de buceo. En las siguientes décadas, el CRIS alcanzó un gran relieve nacional y sobretodo internacional que ninguna entidad española ha emulado. Hoy el CRIS todavía existe, pero es un modesto club deportivo. A partir de los años 80, su departamento médico adquirió gran desarrollo hasta desembocar en la actual Unidad de Terapéutica Hiperbárica (CRIS-UTH), como centro médico asistencial, docente, e investigador, plenamente integrado en la red sanitaria pública. Más de 5000 personas que han precisado Oxigenoterapia Hiperbárica, entre ellas 750 buceadores accidentados, y más de 500 médicos de 14 países que han asistido a nuestros cursos autenticados por la Universidad de Barcelona, dan fe de ello. Pero para los amantes del buceo, el 14 de abril tendrá para siempre otro recuerdo implícito, trágico, emotivo, y aleccionador.

Los buceadores tenemos la fama, ganada a pulso, de ser unos tipos raros, con aficiones extrañas, y reacciones a veces imprevisibles. Pero de vez en cuando aparece alguno que destaca por encima de los demás en algún aspecto no peyorativo, y en lugar de ser el más raro de todos, se trata de una persona atípicamente normal, equilibrada, prudente, y ejemplar. Este era el caso de Jordi Mateo, maestro del buceo con equipos en circuito cerrado, cuyo panegírico no voy a realzar porque me habrán precedido, espero, decenas de artículos en todas las revistas de buceo. Pero sí quiero destacar sus aspectos posiblemente menos conocidos relacionados con la fisiología y la Medicina del Buceo. Jordi era una persona seria, preocupada por el control de calidad de su actividad, e interesado en profundizar en todos los aspectos asociados. Hace algunos años solicitó asistir como oyente de los cursos que CRIS-UTH organiza desde 1980 y que conceden el MASTER en Medicina Subacuática e Hiperbárica de la Universidad de Barcelona, lo cual autorizamos con sumo placer. En los años que siguieron, recibíamos su visita de vez en cuando, a veces para formular algún comentario o consulta, y otras para someterse al examen médico de aptitud, como no hace mucho por última vez. Estoy por tanto en condiciones de certificar su buen estado de salud y su indudable interés e inquietud por los aspectos científicos de nuestra actividad.

Como ya ha quedado explicado al principio, escribo este artículo en el día de mi cumpleaños, o sea en mi primera jornada como médico jubilado, después de haber visitado también la tumba de mi madre, a quien corresponde el mérito de haber nacido, y al regreso de las exequias de Jordi Mateo. En la coincidencia de tantas circunstancias especiales de signo diferente, no ha parado de darme vueltas por la cabeza una extraña mezcla de nostalgia con sorpresa, deducción con observación, y reafirmación con enfado. Y en ese estado, y en ese día, al final he cogido la pluma, o mejor dicho he tomado el ordenador portátil, y he empezado a escribir estas líneas.

Hace muchos años que decidí centrar exclusivamente en la prensa médica la publicación de investigaciones en Medicina de buceo, así como la difusión de comentarios, artículos, y

notificaciones relacionadas. Tomé la decisión después de unos desagradables incidentes con unos sectores de revistas divulgativas que acogían personas y sobretodo instituciones poco amigas de la objetividad que ha de regir la investigación, aunque ello obligue en ocasiones a entonar el *mea culpa*, reconocer errores, aplicar rectificaciones, o disminuir ingresos económicos. En la actualidad, nuestra relación de publicaciones sobre Medicina Subacuática e Hiperbárica, o comunicaciones, ponencias, o conferencias en Congresos nacionales o internacionales, es de varios centenares. Pero hoy, sin lograr sacarme de la cabeza la imagen de Jordi Mateo, y dadas las circunstancias casuales que he perfilado al principio, me ha parecido adecuado redactar una serie de reflexiones sobre las causas de muerte en el curso de una actividad subacuática, para las revistas que los buceadores leen habitualmente.

El buceo es hoy una actividad muy segura. Según estadísticas procedentes de entidades internacionales de toda solvencia, la proporción de accidentes en relación al número de practicantes, es sorprendentemente baja cuando se compara con la morbilidad de otras actividades deportivas. Éste es un dato objetivo que siempre ha sorprendido a los analistas y estudiosos del riesgo. Y es así incluso en España, que ostenta unas cifras de accidentes disbáricos superiores a las de algunas zonas con una actividad deportiva o recreativa mucho mayor; las razones son bien conocidas a pesar de repetidos intentos de manipulación y olvido por parte de algunas instituciones. Pero junto a esa baja incidencia, en el anverso de la moneda es obligado recordar que los accidentes de buceo pueden ser muy graves, y que entre el 10 y el 15% son mortales en los primeros minutos (Fuente: *Divers Alert Network* – DAN).

Todo esto, en una jornada tan especial, marcada desde el principio por la tragedia, me ha hecho pensar que podría ser útil recordar algunos aspectos de los accidentes subacuáticos que todavía hoy a veces se olvidan o incluso se ignoran. Este artículo no pretende ser, de ninguna forma, una revisión detallada de lo más importante en medicina subacuática, sino solamente repasar, recordar, y tal vez matizar algunos aspectos implícitos a nuestra actividad, muchos de ellos a menudo olvidados, ocultados, o sobrevalorados, y casi todos, con frecuencia manipulados en función de intereses extradeportivos, extraprofesionales, y extrasanitarios. No se trata, en absoluto de una revisión exhaustiva, que podrá completarse por otros medios, sino de la formulación de reflexiones sobre aspectos importantes, avalados en la experiencia de más de 40 años de estudio. Todo ello con el deseo de rendir un tributo de, recuerdo, afecto, y respeto a Jordi Mateo y a su trayectoria.

### **1.- DISBARISMO DESCOMPRESIVO : ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN.**

Los accidentes de descompresión suelen ser de gravedad media; algunos pueden ser muy graves pero nunca son mortales; nadie ha muerto en España por un accidente de descompresión que no fuera explosivo. Por fortuna, el tratamiento hiperbárico si se aplica de la forma correcta, y aunque no sea en los primeros momentos, suele resolver de forma satisfactoria y hacia la curación la gran mayoría de los casos, incluso los más graves, siempre y cuando se aplique de la forma adecuada. Sin embargo, y lamentablemente, algunos pocos buceadores accidentados han sufrido lesiones neurológicas importantes con secuelas permanentes e incluso invalidantes, pero nunca mortales.

El tratamiento médico hospitalario tiene tanta importancia como la recompresión en sí misma. Es de importancia capital la selección del Centro de Medicina Hiperbárica más adecuado al caso, que no siempre es el más cercano. Esto implica rechazar definitivamente las cámaras hiperbáricas no hospitalarias e incluso en algunos casos abstenerse de acudir a centros médicos que no disponen de medios para atender enfermos graves.

La etiopatogenia del disbarismo descompresivo, obedece a unos mecanismos bien conocidos, a pesar de su complejidad, con lo cual es posible una prevención eficaz que permite evitarlos en la mayoría de los casos si se siguen las normas de seguridad recomendadas. Existe, sin embargo, una amplia variación individual en función de características antropométricas, hábitos fisiológicos, e incluso condicionantes bioquímicos específicos de cada persona. Pero aun y así, y a pesar de que este factor no es predecible, la aplicación de las medidas de seguridad relega a una posibilidad

remota la aparición de un accidente disbárico descompresivo si se han seguido todos los pasos recomendados por las instituciones de buceo más solventes.

Las normas de seguridad incluyen no tener una confianza excesiva en los descompresímetros digitales, popularmente llamados “ordenadores de buceo” cuyos algoritmos se basan en cálculos matemáticos realizados para personas jóvenes, sanas, y en óptimas condiciones físicas. El aparato ignora los factores individuales, como edad, talla, y superficie corporal, o las enfermedades que hemos tenido, el sueño de la noche anterior, el alcohol de la jornada precedente, los medicamentos



Cortesía CRIS-UTH Barcelona

Manchas típicas de la piel en un caso de Disbarismo descompresivo musculocutáneo.  
(Observación personal. Foto J.Desola. CRIS-UTH. Barcelona)

que estamos tomando, nuestro grado de entrenamiento, nuestros kilos de más, nuestro nivel de estrés, y tampoco sabe con exactitud el nitrógeno residual acumulado en nuestros tejidos después de varias inmersiones durante días consecutivos. Tal como los propios fabricantes especifican en las instrucciones, cuando se trata de inmersiones repetitivas o a profundidades respetables, los cálculos descompresivos pueden ser inadecuados para algunas personas. Cuando llega el final de la inmersión, el descompresímetro es un asesor, no el director ejecutivo.

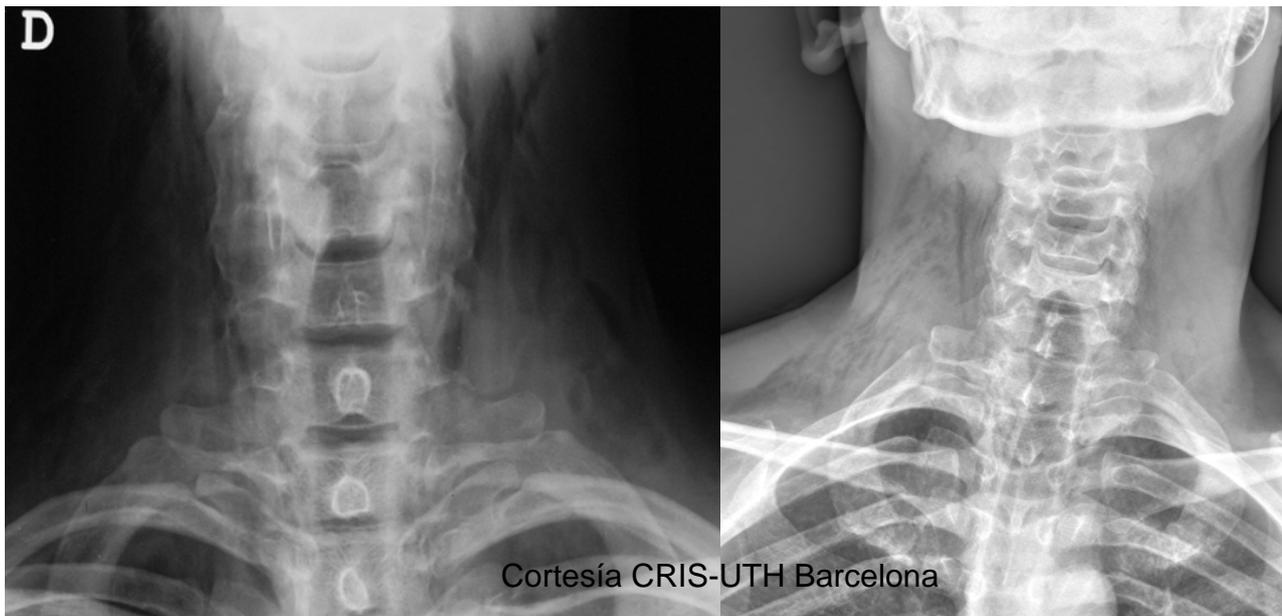
Por el contrario, un factor de riesgo muy sobrevalorado, es la existencia de una comunicación interauricular que permita el paso de burbujas descompresivas subclínicas desde la circulación venosa al torrente arterial. Este -y no otro- es el posible efecto de tener un *Foramen Ovale Permeable* (FOP), que podrá producir un reparto atípico de las embolias gaseosas

en caso de disbarismo descompresivo crítico, pero que no será por sí mismo causa de un accidente. La prevalencia del FOP se estima que afecta al 30-40% de la población sana, sin ser consciente de ello. Si el FOP fuese determinante de accidentes de descompresión, el 30-40% de los buceadores deberían sufrirlos, lo cual afortunadamente no ocurre. Ninguna sociedad científica experta en Medicina Subacuática recomienda la práctica sistemática de un ecocardiograma transesofágico (o técnicas equivalentes) para determinar un posible FOP de forma rutinaria en las revisiones médicas de aptitud para el buceo. De la misma forma, ninguna institución solvente, y con experiencia real en Medicina subacuática, recomienda la reparación quirúrgica en personas asintomáticas portadoras de un FOP, puesto que los riesgos de la propia intervención y sus posibles complicaciones, poco frecuentes pero existentes, superan el riesgo descompresivo que entraña un FOP. La auténtica prevención, eficaz y de rentabilidad verificada, consiste en extremar las medidas de seguridad y mantener el organismo libre de burbujas descompresivas potencialmente embolígenas. Si así se hace, tener un FOP no implicará problemas, como tampoco los habrá en la vida cotidiana.

## **2.- DISBARISMO BAROTRAUMÁTICO : SINDROME DE HIPERPRESION INTRATORÁCICA**

Este aparatoso fenómeno, también conocido desde hace muchos años como *Síndrome de Sobrepresión Pulmonar*, es el más grave y el único de los accidentes disbáricos que en si mismo puede provocar la muerte inmediata del accidentado incluso antes de salir del agua. Obedece a unos mecanismos barotraumáticos que todos los buceadores conocen. No obstante su etiopatogenia ha

sido explicada a menudo de una forma excesivamente simplista. El barotrauma pulmonar provoca salida del aire contenido en las vías respiratorias hacia el exterior de los pulmones pero todavía dentro del pecho, con lo cual el aire intratorácico se mantiene a una presión más elevada que la del entorno. Se trata de un verdadero *Síndrome de Hiperpresión Intratorácica* en el cual la mal llamada “sobreexpansión pulmonar” es una hipótesis errónea conceptualmente y nunca verificada que se contradice con hallazgos anatómicos y necrópsicos. Ese trasiego no requiere necesariamente la existencia de un desgarramiento pulmonar, como a menudo se afirma, sino que el aire penetra en espacios anatómicos que en condiciones isobáricas permanecerían cerrados, y circula por conductos virtuales provocando en primer lugar los conocidos *signos y síntomas toracopulmonares*, como el enfisema subcutáneo, el neumomediastino, el neumopericardio, y más raramente el neumotórax. Nunca hay hemoptisis franca (emisión abundante de sangre por la boca procedente del aparato respiratorio) como todavía aparece en algunos manuales, sino a lo sumo un esputo sanguinolento, pero es poco frecuente, lo que confirma la ausencia de lesión o desgarramiento pulmonar en la mayoría de los casos.



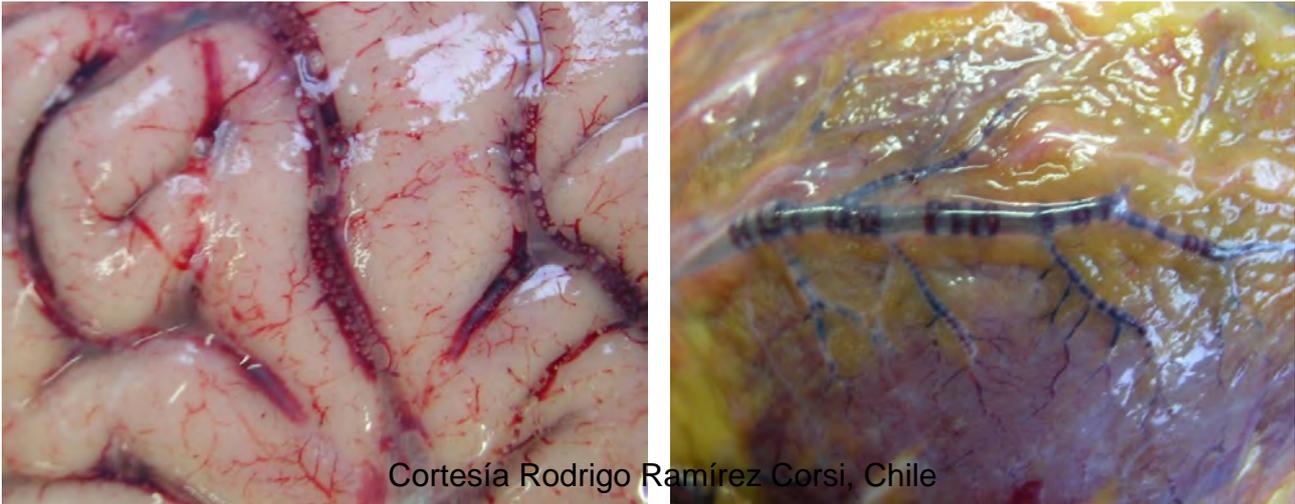
Enfisema subcutáneo en dos casos de Síndrome de Hiperpresión Intratorácica, sin embolismo gaseoso, tras un escape libre no accidental en mar abierto durante un curso básico de buceo. (CRIS-UTH. Barcelona)

Si el buceador mantiene la consciencia y sus mecanismos vitales básicos continúan en funcionamiento, los reflejos neurovegetativos de defensa redireccionan el aire hacia dichos espacios incluso en los casos más graves. Cuando el barotrauma respiratorio es muy importante el aire intrapulmonar puede acceder a la circulación arterial y siguiendo los troncos supraaórticos es frecuente que embolice la circulación coronaria (del corazón), y asimismo la cerebral; de allí puede resultar un estado de hemiplejía o incluso de tetraplejía (parálisis de medio o de todo el cuerpo), con alteración de la consciencia y shock disbárico, y en los casos más graves incluso pérdida de la vida.

En este síndrome, el buceador puede perder la consciencia en las últimas fases de la inmersión, produciéndose un *síndrome de inhalación de agua* y entrando en estado de *ahogamiento*. Si no recibe la ayuda inmediata de sus compañeros, es frecuente que caiga de nuevo al fondo, muchas veces a una profundidad superior a la máxima alcanzada durante la inmersión causante del problema.

Durante el rescate, el accidentado suele experimentar un segundo barotrauma respiratorio sin contar esta vez con los mecanismos fisiológicos de defensa que, en condiciones vitales aceptables, distribuyen el aire hacia territorios menos comprometidos. Es entonces cuando con mucha facilidad se producirán destrozamientos y estallidos pulmonares, que pueden ser identificados en el examen post-mortem si la técnica necrópsica es cuidadosa y ha tenido previamente en consideración estos fenómenos.

La prevención del Síndrome de Hiperpresión Intratorácica no consiste en la realización de ejercicios de *escape libre* que al implicar una situación de alto riesgo, debe ser vetado taxativamente. La prudencia estriba en evitar aquellas situaciones que pueden desembocar en una situación de peligro, lo cual implica una vez más el escrupuloso respeto de las normas de seguridad, que incluyen un esmerado cuidado del equipo de buceo. La necesidad de realizar una salida de emergencia o un ascenso incontrolado es impredecible y la posibilidad de realizar adecuadamente esa maniobra depende de la destreza del buceador fundamentada en evitar una crisis de pánico con reacciones incontroladas. La antigua pretensión de que realizar ejercicios de escape libre durante los cursillos de formación, ayudaría al buceador a evitar un accidente, vulnera todos los principios de la medicina preventiva al someterlo a un estado de alto riesgo, cuantificado y bien definido, en favor de una hipotética prevención de un daño no imperioso ni inevitable. Una amplia experiencia



Cortesía Rodrigo Ramírez Corsi, Chile

Fotografías necrópsicas de embolismo gaseoso múltiple en cerebro (izquierda) y corazón (derecha) en un caso fatal de Síndrome de Hiperpresión Intratorácica. (Cortesía Dr. Rodrigo Ramírez Corsi, Chile)

complementada con la observación de algunas series catastróficas bien controladas en centros de entrenamiento especializado, avala por completo esta opinión en favor de no realizar arriesgados ejercicios de supuesto entrenamiento más que en zonas especialmente diseñadas, con personal adiestrado, jamás en mar abierto, y siempre con la garantía del inmediato acceso a un centro de medicina hiperbárica, no en la proximidad, sino en el mismo lugar donde se realizan las pruebas.

### **3.- TOXICIDAD NEUROLÓGICA AGUDA POR OXIGENO : CRISIS HIPERÓXICA**

Desde los inicios del buceo a gran profundidad, la utilización de mezclas sintéticas ha sido necesaria para mantener las presiones parciales de los gases respiratorios dentro de márgenes de inocuidad aceptable, reducir la elevada densidad de los gases inertes alejando la cota de narcosis, y controlar los efectos tóxicos de las altas presiones de oxígeno. Estos sofisticados sistemas, que fueron diseñados en los años 70 para el buceo de intervención en condiciones límite, han trascendido en los últimos años al buceo deportivo/recreativo, dando lugar al llamado *Buceo Técnico* que es practicado de forma entusiasta por buceadores de todo el mundo.

La utilización de medios respiratorios con enriquecimiento de la presión parcial de oxígeno, añade un nuevo riesgo que se superpone a los descritos en los párrafos anteriores. Cuando la presión parcial del oxígeno supera un valor crítico, se producen efectos indeseables en todos los órganos, aparatos y sistemas del cuerpo humano, entre los cuales el Sistema Nervioso Central es el más sensible. El estado de *hiperoxia* responde a un factor físico irrefutable en función de las leyes de Dalton y de Henry, pero la respuesta fisiológica, a diferencia de los fenómenos anteriores, no provoca una reacción lineal, claramente predecible, ni tampoco cuantificable de forma directa.

Los efectos tóxicos del oxígeno dependen, efectivamente, de las presiones parciales alcanzadas; pero la producción de *especies reactivas de oxígeno* es muy variable entre diferentes individuos y en diferentes estados dentro del mismo individuo. Asimismo el mecanismo de defensa como

respuesta al estímulo hiperóxico, consiste en la producción de antioxidantes; y el estado de normoxia, con una presión parcial de oxígeno carente de efectos secundarios, depende tanto de la presencia de los *radicales libres*, como de la formación de antioxidantes; y ni unos ni otros tienen una respuesta directa que pueda correlacionarse de forma exacta con un nivel específico de presión.



Buceador técnico preparando el equipo, y en el curso de una inmersión con dispositivo respiratorio en circuito cerrado. (Cortesía de Vanessa Mateo)

Las normas de seguridad en el buceo con mezclas hiperóxicas enriquecidas, suelen mantener el individuo en un estado de *normoxia* sin que parezcan efectos indeseables. Pero la hiperoxia sobre el sistema nervioso central, que sólo ocurre en condiciones de presión ambiental elevada y por tanto es casi desconocida en el mundo que vive a presión atmosférica, produce la llamada *crisis hiperóxica* que causa efectos diversos en todo el organismo, el más llamativo de los cuales es el brote convulsivo de características idénticas a un ataque epiléptico. Este fenómeno se conoce como “*Efecto Paul Bert*” en honor al fisiólogo francés que lo describió por primera vez en 1880. La crisis hiperóxica no es previsible, no tiene un signo de alarma, no genera patrones definidos, no avisa con pródromos de alerta, y no permite una certeza absoluta de ausencia incluso con respeto estricto de las normas de seguridad. La formación de radicales libres es diferente en un mismo individuo en función de diferentes circunstancias, su respuesta a los antioxidantes es asimismo variable, y la formación de éstos frente al estímulo hiperóxico tampoco es constante. Se añade además un factor



Fotografía descargada de <<http://www.hmdiver.com>>

técnico, puesto que en el caso de que el sofisticado sistema de buceo facilite una información alterada o inadecuada, es decir si la lectura de la presión parcial del oxígeno es inferior a la verdadera, el individuo no tiene posibilidad de detectar o de imaginar cuál es su situación real por lo que hace referencia al dintel tóxico. A diferencia de los fenómenos anteriores, la crisis hiperóxica no tiene una fórmula matemática ni un mecanismo o dispositivo que permita garantizar con certeza que no se producirá una formación excesiva de radicales libres, o bien una respuesta insuficiente de antioxidantes para solventar el problema. Es obvio que una crisis hiperóxica no causa en sí misma lesiones graves. Para ello disponemos del detallado estudio neurológico de los ataques epilépticos, una de las enfermedades más antiguas de la historia de la humanidad, bien descrita en documentos de hace más de dos mil años, la Biblia entre ellos, y que suele tener una remisión espontánea al cabo de unos minutos, generalmente dejando el enfermo en una situación de amnesia que no le permite recordar nada de lo ocurrido. Las manifestaciones son idénticas, pero pensar que un buceador previamente sano ha tenido el primer “ataque epiléptico” de su vida precisamente durante una inmersión con mezcla hiperóxica, es sencillamente descabellado. Por otra parte, es de todos conocido que en los *Centros de Medicina Hiperbárica* se rebasan a menudo los valores límite establecidos para el buceo con mezclas hiperóxicas. Los

enfermos que reciben *Oxigenoterapia Hiperbárica* para tratamiento de diversas enfermedades que no tienen relación con el buceo, permanecen dentro de la cámara a presiones equivalentes de 15-20 metros de profundidad y respiran oxígeno puro, sin que sea frecuente la observación de crisis hiperóxicas, aunque por supuesto éstas se producen de vez en cuando. Hay muchas razones que explican este fenómeno que suele causar sorpresa a los buceadores. Una cámara hiperbárica no equipara con exactitud todos los parámetros fisiológicos y ambientales que implica una inmersión, ni tan sólo en los complejos de simulación de buceo de gran profundidad. La cámara reproduce la presión, pero no la temperatura (salvo en instalaciones muy sofisticadas), el medio, el entorno, el condicionamiento, ni la respuesta conductual. Pero aunque así no fuera, no es ninguna imprudencia aceptar un margen de riesgo hiperóxico en una cámara hiperbárica hospitalaria puesto que cuando esto ocurre basta con retirar la mascarilla, o el casco de oxigenoterapia hiperbárica, adoptar las medidas elementales de Soporte Vital Básico a cargo del personal sanitario que acompaña a los enfermos, y esperar a que la crisis hiperóxica ceda por sí misma, lo que ocurre en todos los casos.

En el entorno de la Medicina Hiperbárica conocemos muy bien algunos factores desencadenantes que aumentan el efecto tóxico del oxígeno. El más conocido es el consumo de algunos medicamentos, especialmente los glucocorticoides y los inmunodepresores. Es bien conocido que las convulsiones no siempre aparecen en el momento de máxima presión, sino que son comunes en el momento en que se realiza el cambio

de medio respiratorio a cualquier presión. Por ejemplo, durante los procedimientos de tratamiento hiperbárico por accidentes disbáricos, no es infrecuente que los buceadores inicien las convulsiones precisamente en el momento en que se retira la mascarilla o el casco hiperbárico y pasan a respirar aire; dicho de otro modo, en el momento en que cesa la producción de antioxidantes pero se mantienen los radicales libres. La frecuencia relativamente alta con que este fenómeno es observado en buceadores accidentados durante el tratamiento hiperbárico, nos induce a pensar que tal vez el disbarismo subclínico, es decir la presencia de las *burbujas silenciosas* en la sangre que no



Cortesía Vanessa Mateo

han llegado todavía a desencadenar síntomas descompresivos, puede ser un factor desencadenante de hiperoxia que debería entonces añadirse a la lista de factores predisponentes.

Pero cuando un buceador experimenta una crisis hiperóxica es muy probable que sufra un *Síndrome de Asfixia por Inmersión* que lo conducirá al estado de ahogamiento, y aquí no hay cámara hiperbárica que valga. En pleno brote convulsivo debajo del agua, no es excepcional que los compañeros que intentan socorrer al accidentado sufran ellos mismos una agresión a causa de los movimientos violentos, o una maniobra brusca que los sitúe en una situación comprometida. En diversas ocasiones la crisis hiperóxica bajo el agua ha provocado dos casos de ahogamiento : el del buceador que ha iniciado las convulsiones, y el del compañero que ha intentado socorrerle.

En resumen, el buceo con mezclas enriquecidas con oxígeno no está nunca exento de un riesgo implícito, ya que la respuesta fisiológica a la hiperoxia y su mecanismo compensador de emergencia, no pueden ser determinadas, puesto que no disponemos todavía hoy de ningún mecanismo que permita cuantificar, ni tan solo prevenir o detectar la posibilidad de una crisis hiperóxica y la intensidad de la respuesta antioxidante.

#### 4.- SINDROME DE ASFIXIA POR INMERSION : AHOGAMIENTO

En la vida cotidiana, a menudo las cosas más obvias permanecen por esa misma condición en un relativo olvido. Si se pregunta al colectivo de buceadores ¿cuál es el más grave de los accidentes de buceo? la respuesta suele variar entre el disbarismo descompresivo neurológico o bien el barotrauma respiratorio. Pocas veces los buceadores denuncian como el más grave de los accidentes, el único que provoca casi siempre la muerte del accidentado : el estado de *ahogamiento*. Aclaremos, antes de continuar, algunas precisiones terminológicas. Hace ya algunos años que la definición de ahogamiento experimentó un cambio considerable. En los inicios del buceo se hablaba del “*ahogado blanco*” y del “*ahogado azul*”, en base a una teoría que su propio creador, el célebre SWAN que da nombre a enfermedades y técnicas médicas, descartó por irreal. También se prestaba un especial énfasis a las diferencias entre el ahogado de agua dulce o de agua salada. Hoy todos sabemos que estos condicionamientos teóricos permiten intuir un comportamiento diferente según que la entrada en la vía respiratoria sea de agua dulce o de agua salada, pero que en la práctica esto



Radiografía de tórax en un Síndrome de Asfixia por Inmersión. La entrada de agua en la vía respiratoria impide la transferencia del oxígeno del aire a los alvéolos pulmonares y produce una imagen algodonosa que contrasta con el aspecto de la radiografía de tórax de un individuo sano. (Observación personal. Foto J.Desola. CRIS-UTH. Barcelona)

tiene escasa importancia y en ningún caso los primeros auxilios dependen de ese factor que pocas veces condiciona el pronóstico. Hay una tercera situación que rara vez se describe en los cursos de buceo, que sí puede añadir connotaciones diferenciales muy graves a la persona que ha sufrido asfixia por inmersión; se trata de la inmersión en aguas contaminadas con materias fecales, líquidos radioactivos dentro del reactor nuclear, sustancias cáusticas, u otros medios inusuales no propios del buceo recreativo, pero que a veces son objeto de operaciones de buceo profesional.

Durante el Congreso Mundial de Ahogamiento, celebrado en Amsterdam en junio de 2002, más de 2000 expertos de todo el mundo analizaron los aspectos más importantes del síndrome de asfixia por inmersión. Entre ellos, no faltó la discusión terminológica, y se acordó modificar la definición que hasta entonces había circulado. Durante tiempo estuvimos insistiendo en que el ahogamiento era el estado de muerte por inmersión y si el accidentado sobrevivía deberíamos hablar de pseudoahogado, casi-ahogado, o preahogado. Es obvio que esa definición era artificiosa puesto que la supervivencia en esos casos no depende de la gravedad de la asfixia, ni tampoco de la respuesta fisiológica del individuo, sino de algo tan externo como la inmediatez, la calidad o la intensidad de los primeros auxilios. No es aceptable que la característica esencial que define un fenómeno dependa de un condicionamiento externo al mismo fenómeno que se trata de definir. Presidía la sesión terminológica el famoso profesor MODELL, quizás la mayor autoridad mundial en la materia. Se redefinió el estado de ahogamiento como "la interrupción de la función ventilatoria por la entrada de líquido en la vía respiratoria, provocando lesiones y consecuencias de gravedad variable o incluso muerte". Es decir *el ahogado ya no está muerto*; podemos aplicar este término a

las personas que han sufrido asfixia por inmersión sin olvidar que el resultado del ahogamiento, en función de los primeros auxilios que los compañeros de buceo deben iniciar de inmediato, y de la llegada precoz de un equipo de soporte vital avanzado, puede resolver el caso y devolver el ahogado a la vida, o bien mantendrá estados patológicos incompatibles con la supervivencia, o dejará secuelas cerebrales anóxicas incapacitantes definitivas e irreversibles. La mínima participación española en aquél magno acontecimiento, con ausencia total de ninguna institución deportiva de nuestro país, puede ser la responsable del retardo en la difusión de los nuevos conceptos.

Esto es lo más grave que puede ocurrirle a un buceador : ni un accidente de descompresión, que será recomprimido y casi siempre curado, ni un barotrauma respiratorio que puede ser mortal pero no siempre causa embolismo gaseoso y evoluciona de forma espontánea, ni una crisis hiperóxica que fuera del medio acuático sería un incidente banal.

### 5.- COINCIDENCIA DE TODOS LOS FENÓMENOS ANTERIORES : LA TRAGEDIA SUBACUÁTICA

Existe todavía una quinta eventualidad de gravedad extrema que condiciona una evolución fatal en casi la mitad de los casos, sin que la recompresión por sí sola pueda remediarlo : la coincidencia de todos los fenómenos anteriores. Es decir, un incidente fortuito en el fondo que obliga a un escape



Cortesía CRIS-UTH Barcelona

Un caso de Tragedia Subacuática : Síndrome de Hiperpresión Intratorácica con barotrauma respiratorio por escape libre, Embolismo gaseoso cerebral, Asfixia por inmersión en estado de ahogamiento, Disbarismo descompresivo neurológico encefálico y medular, y segundo Barotrauma pulmonar por rescate inexperto. La erupción cutánea maculoide, en forma de "Cutis marmorata" es típica del disbarismo hemodinámico sistémico. A pesar de todo, el buceador abandonó el hospital por su propio pie, al cabo de tres semanas de tratamiento intensivo, con algunas secuelas neurológicas leves. (Observación personal. Foto J.Desola. CRIS-UTH. Barcelona)

libre con síndrome de hiperpresión intratorácica y en la fase final pérdida de conciencia con inhalación de agua, asfixia, y estado de ahogamiento, seguido de un accidente de descompresión si el incidente se produjo al cabo de cierto tiempo de estancia en el fondo, y un segundo barotrauma respiratorio durante el ascenso de rescate, esta vez no embolizante sino destructivo de la integridad pulmonar. En septiembre de 2005 tuvo lugar en Barcelona uno de los mayores acontecimientos de Medicina subacuática que se han celebrado en el mundo. En efecto, 464 científicos de muy

alto nivel, procedentes de 54 países de los cinco continentes, discutieron durante 4 días los aspectos médicos más importantes de nuestra actividad en todas sus facetas. Por cierto, ninguna revista española de buceo hizo reportaje del congreso, y algunas ni tan solo notificaron su celebración, a pesar de que todas habían sido invitadas. En ese macrocongreso, CRIS-UTH presentó un curioso estudio que consistía en la documentada revisión y análisis de los 45 accidentados disbáricos de extrema gravedad, generalmente después de inmersiones banales, que tuvieron la fortuna de llegar vivos a nuestro hospital en los últimos años. Sobrevivieron casi todos, después de un tratamiento hiperbárico de alta complejidad que incluía asistencia intensiva dentro de la cámara, con intubación y ventilación mecánica cuando fue preciso. De aquí vino que aplicáramos el término de "La Tragedia Subacuática" al resultado de muerte, o de trastorno gravísimo, ocurrida en la práctica de una actividad sana, deportiva, recreativa, o lúdica, que debería enriquecer a la persona que la practica en lugar de situarle en un contexto de extrema gravedad del que pueden resultar lesiones graves, e incluso la pérdida de nuestro don más precioso: la vida.

## CONCLUSION

Este artículo será enviado a todas las revistas de buceo en lengua española, con ruego de publicación, por considerarlo de interés general para la comunidad de buceadores. El solo requisito será su publicación íntegra sin restricciones ni modificación del texto, incluido este último párrafo. No es probable que en el futuro vuelva a publicar artículos originales en estos medios, pero seguiré estando siempre a la disposición de todos los buceadores que lo deseen, a través del correo electrónico, o en eventuales visitas a CRIS-UTH. Seguiré ocupando mi despacho en esta institución mientras disponga de energía y capacidad mental suficientes. Gracias a todos los que han logrado llegar al final de este escrito; enhorabuena por su paciencia.



## AGRADECIMIENTO

Expreso mi profundo pésame a la familia de Jordi Mateo, y agradezco en extremo la entereza, generosidad, y elegancia de Vanessa, así como su amabilidad al facilitarme las fotografías de su hermano que aparecen en este artículo.

Barcelona, abril de 2012

### **Dr. Jordi Desola Alà**

Médico especialista en Medicina interna, en Medicina del trabajo, y en Medicina de la educación física y del deporte  
Instructor de buceo

Piloto de Aviación General

Presidente y Director de CRIS-UTH

Cofundador de DAN-EUROPE

Profesor de Medicina Subacuática e Hiperbárica en la Universidad de Barcelona

Delegado de España en el *European Diving Technology Committee* (EDTC), en el *European Committee for Hyperbaric Medicine* (ECHM), y en el programa de la Comisión Europea de Intercambio Científico y Tecnológico COST-B14 (*Cooperation on Science and Technology*) dedicado a la Medicina Hiperbárica.

Se autoriza la reproducción íntegra de este escrito  
por cualquier medio citando siempre su origen y autoría.

Está prohibida la reproducción parcial  
de párrafos, páginas o ilustraciones.

Correspondencia :  
<[cris@comb.cat](mailto:cris@comb.cat)>

## ILUSTRACIONES

1. Ubicación de CRIS-UTH en el Hospital Moisès Broggi, (Sant Joan Despí, BARCELONA).
2. Pacientes saliendo de la cámara después de una sesión de Oxigenoterapia Hiperbárica (OHB).
3. Sesión ordinaria de OHB. Dos buceadores accidentados están recibiendo tratamiento complementario de secuelas.
4. Vista parcial de la estación de carga ubicada en el subsuelo por debajo de la cámara hiperbárica.
5. Detalle de los mecanismos que se utilizan para estudios a Doble Ciego (el pupitre de mando principal se aprecia en la ilustración de la página anterior).
6. Control ambiental digital del interior de la cámara en registro continuo : concentración de oxígeno y de dióxido de carbono, humedad, y temperatura.
7. Imágenes interactivas de una sesión de OHB tomadas en tiempo real a través de Internet.
8. Parte del equipo humano de CRIS-UTH formado por médicos, enfermeras, operadores de cámara, técnicos, y administrativos (hasta 18 profesionales).

