



# Examen Médico de Víctimas Mortales en el Buceo

Resumen de informes | Simposio sobre el Examen Médico de Víctimas Mortales en el Buceo de DAN y UHMS

# Introducción

DAN y UHMS patrocinaron el Simposio sobre el Examen Médico de Víctimas Mortales en el Buceo que se llevó a cabo el 18 de junio de 2014 en St. Louis, Missouri.

Aunque el simposio estaba dirigido a anatomopatólogos, muchos de los temas que se abordaron en el taller son de interés para los profesionales del buceo.



## Por qué quizás no fue muerte por ahogamiento

- Un gran número de muertes en el buceo atribuidas al ahogamiento se deben en realidad a otras causas: concretamente, a la muerte súbita cardíaca y, en menor medida, a la embolia arterial gaseosa (EAG).
- Posteriormente, se descubrió que algunos casos que se habían considerado muerte por inmersión o ahogamiento se debieron a otras causas. Las causas más inusuales fueron inhalación de gas inerte (nitrógeno), enredo con la manguera de aire (atrapamiento) y ataque de sepia que causó la perforación de la membrana timpánica, lo que provocó pánico, ascenso rápido y embolia gaseosa. En otros casos, la muerte por otras causas había sido también atribuida al ahogamiento.
- La mayoría de los anatomopatólogos determinarían que la causa de muerte fue ahogamiento, simplemente porque la persona estaba en el agua.

## Es común que la causa sea una afección cardíaca

- Muerte súbita cardíaca: las dos causas más comunes de muerte súbita cardíaca en adultos son la arteriopatía coronaria y la hipertrofia ventricular izquierda.
- Cardiopatía aterosclerótica: no es el infarto de miocardio lo que mata a la persona instantáneamente, los infartos y el daño posterior al miocardio matan a la persona en el transcurso de horas o días. Lo que mata a las personas instantáneamente es la disritmia.
- No se puede determinar si hubo arritmia en una autopsia.
- Hipertrofia ventricular izquierda (HVI): la aterosclerosis a menudo coexiste con otro factor de riesgo para la muerte súbita cardíaca que es la hipertrofia ventricular izquierda. Si no se tiene en cuenta, se está pasando por alto un factor de riesgo enorme de muerte súbita.
- La hipertrofia ventricular izquierda puede desempeñar un papel importante en la muerte súbita cardíaca en buzos debido a que el estrés en el cuerpo por el buceo puede precipitar arritmias y la muerte.
- Al tener presentes todos los factores de riesgo, podremos mejorar nuestros exámenes de aptitud física para bucear y, posiblemente, evitar algunas de estas muertes.

## Detectar las causas evitables que llevaron a la muerte

- Investigación de una muerte: en la mayoría de los casos, la investigación suele concluir con la determinación de la causa final de la muerte. La investigación de la causa natural o involuntaria, por lo general, no llega a ahondar en las causas subyacentes.
- La investigación de las lesiones depende de la calidad de los datos proporcionados por la investigación. La investigación legal puede dar respuestas a las preguntas de cómo ocurrió, pero por lo general no se ocupa del “por qué”. Por medio de un examen médico, se puede llegar a la conclusión sobre la causa y el modo de la muerte.

## Investigación de campo: conservación de pruebas

En general, la muerte de un buzo se presenta en tres escenarios:

- En el primer escenario, la muerte ocurre bajo el agua sin que se intente un rescate ni una reanimación. La desventaja es la posible demora entre el momento en que el buzo muere y el momento en que se recupera el cuerpo: la información de la autopsia puede verse alterada o afectada.
- En el segundo escenario, el buzo sufre un incidente bajo el agua y es trasladado a la orilla o a la embarcación para intentar el rescate, pero muere antes de llegar a un centro médico. Por lo general, se cuenta con un testigo que describe lo que ocurrió.
- Y en el tercer escenario, el buzo es trasladado a un centro médico y sobrevive unas horas o días. La ventaja de este caso es que las pruebas de diagnóstico por imagen y los análisis de laboratorio pueden ayudar a determinar la causa de la muerte. Sin embargo, los resultados de la autopsia pueden verse alterados por el intervalo de supervivencia y la intervención médica.

Las condiciones de la inmersión y el equipo de buceo pueden causar la muerte de un buzo o ser factores contribuyentes. Es posible que no se reúna toda la información del evento, si los testigos abandonan el lugar antes de describir lo que sucedió, si se olvida el equipo o, peor aún, si se le devuelve el equipo a la familia.

La investigación de campo se divide en 6 categorías:

- Secuencia de eventos
- Eventos *antemortem*
- Entorno
- Recuperación del cuerpo
- Atención médica administrada antes de la muerte
- Recuperación y documentación del cuerpo y el equipo, y conservación de pruebas

## Cómo llevar a cabo un examen médico *postmortem*

- Muy pocos médicos forenses tienen experiencia significativa en la investigación de muertes de buzos que respiraban gas comprimido.
- Cada año, mueren menos de 100 personas en EE. UU., Canadá y el Caribe.
- Los anatomopatólogos no solo deben conocer las circunstancias que rodearon el accidente mortal durante la inmersión, sino también los antecedentes médicos y quirúrgicos del buzo, su estado de salud reciente y cualquier medicamento que tomaba habitualmente y que haya tomado el día del accidente.
- En particular, las enfermedades cardiovasculares son un factor frecuente en las muertes relacionadas con el buceo, especialmente en los buzos de mayor edad.

## Qué deben saber los anatomopatólogos sobre los recirculadores

- Las tres causas principales de los accidentes mortales con recirculadores son:
  - Error del buzo (la más común)
  - Problemas mecánicos
  - Problemas electrónicos
- No se puede determinar si hubo hipoxia, hiperoxia ni hipercapnia en la autopsia (las tres causas más comunes de muerte por el uso de un recirculador). En la mayoría de los casos, el anatomopatólogo no puede detectar la causa subyacente de la muerte por recirculador.

## Revisión de panel de expertos de hallazgos de investigación y autopsias

- Se hacen estas recomendaciones basadas en las tendencias que se observaron en la muerte de buzos:
  - Asegúrese de tener aptitud física para bucear: entrene para practicar el deporte, haga ejercicio regularmente y tenga una alimentación saludable.
  - Use el sistema de compañeros.
  - Respete lo que aprendió en su formación: revise sus instrumentos con frecuencia, cumpla las restricciones de profundidad y tiempo y no bucee más allá de lo que su capacidad física le permita.
  - Use el lastre adecuado y recuerde soltar los lastres cuando sea necesario.
  - Asegúrese de que su nivel de destreza y conocimiento sean los adecuados para las condiciones.
  - Someta su equipo a un servicio técnico y mantenimiento con regularidad.
  - Cuente a todos los buzos (se debe recibir una respuesta física e individual de cada buzo antes de entrar al agua y después de salir del agua).
  - Evite los sitios sin acceso directo a la superficie a menos que cuente con la capacitación y el equipo apropiados.
  - Los buzos que practican buceo en apnea deben recordar utilizar el sistema de compañeros y ser conscientes del peligro de desmayo de ascenso.

FUENTE: Denoble PJ (editor). Informe del Simposio sobre el examen Examen Médico de Víctimas Mortales en el Buceo (*Medical Examination of Diving Fatalities Symposium Proceedings*). Durham, NC, Divers Alert Network, 2015, pág. 64.



## El Apéndice F del Informe del taller de muertes en el buceo recreativo es el protocolo de autopsia para muertes en el buceo recreativo del Dr. James Caruso

En: Vann RD, Lang MA, eds. Muertes en el buceo recreativo (*Recreational Diving Fatalities*). Informe del taller de Divers Alert Network del 8 al 10 de abril de 2010 (*Proceedings of the Divers Alert Network 2010 April 8-10 Workshop*). Durham, NC: Divers Alert Network, 2011. IBSN n.º 978-0615-54812-8.

### Secuencia de eventos

Sin duda, esta es la parte más importante de la evaluación de un accidente mortal de buceo recreativo. Lo ideal es obtener los antecedentes médicos relevantes con especial atención a las enfermedades cardiovasculares, los trastornos epilépticos, la diabetes, el asma y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Se deben registrar los medicamentos que el buzo tomaba habitualmente, así como el día de la inmersión, y se debe obtener información sobre cómo se sentía el buzo antes de la inmersión. También debe tenerse en cuenta cualquier antecedente de consumo de drogas o alcohol.

El historial de inmersiones es sumamente importante. Si es posible, el investigador debe averiguar la experiencia y el nivel de certificación del buzo. La parte más importante del historial serán los acontecimientos específicos relacionados con la inmersión en sí. El perfil de la inmersión (profundidad y tiempo de fondo) es información esencial y, si el buzo no estaba solo, la descripción de los eventos de los testigos presenciales serán de gran valor. Con el uso casi universal de las computadoras de buceo, se debe analizar la computadora utilizada por el buzo fallecido y, si tiene una función de descarga, se deben revisar todas las inmersiones recientes.

No solo la última inmersión o la última serie de inmersiones serán invaluable para la investigación, sino que además se puede aprender mucho sobre el buzo al analizar las inmersiones anteriores que realizó, la frecuencia, la profundidad, los hábitos de ascenso y, con ciertas computadoras, incluso el uso de gas respirable. Los registros de buceo escritos también son una valiosa fuente de información relacionada con el nivel de experiencia del buzo y sus hábitos de buceo.

Estas son algunas preguntas que puede hacer:

- ¿Cuándo empezó a tener problemas el buzo (antes de la inmersión, en el descenso, en el fondo, en el ascenso, después de la inmersión)?
- ¿El buzo ascendió rápidamente (un factor en la embolia gaseosa y de barotrauma pulmonar)?
- ¿Hubo algún episodio de atrapamiento, enredo o traumatismo?
- Si se intentó hacerle reanimación, ¿qué se hizo y cómo respondió el buzo?



## Examen externo y preparación

Debe realizarse un examen externo exhaustivo en el que se registre cualquier signo de traumatismo o mordeduras o envenenamiento de animales. Palpe la zona entre las clavículas y los ángulos de la mandíbula en busca de evidencia de enfisema subcutáneo. Deben realizarse radiografías de la cabeza, el cuello, el tórax y el abdomen para buscar aire libre. Como alternativa, se pueden obtener imágenes por resonancia magnética *postmortem*.

Modifique la incisión inicial sobre el pecho para hacer una “carpa” o “bolsillo” con el tejido blando (una incisión en forma de “I”) y llene esta área con agua. Se puede introducir una aguja de gran calibre en los segundos espacios intercostales de cada lado. También puede capturar aire contenido en un cilindro graduado invertido, lleno de agua, para su medición y análisis. A medida que retira el esternón, observe si algún gas sale de los vasos. Otra manera de detectar neumotórax consiste en introducir un bisturí a través de los músculos intercostales y observar la relación entre la pleura visceral y parietal a medida que se ingresa a cada cavidad pleural. Si las dos capas pleurales siguen siendo adyacentes hasta que se rompe la cavidad pleural, no hay evidencia de un neumotórax. Si se hubiera producido un neumotórax durante la última inmersión, el pulmón ya estaría, al menos, parcialmente colapsado y no contra la pleura parietal.

El espacio pericárdico se puede llenar con agua y se les puede hacer una incisión a las cámaras del corazón con un bisturí para comprobar si existe gas intracardiaco. Al igual que en el caso de las cavidades pleurales, el gas que se escapa se puede capturar y analizar, pero la mayoría de centros de los anatomopatólogos no disponen de los recursos necesarios para hacerlo. Después de examinar el

mediastino, el corazón y los grandes vasos bajo el agua para detectar la presencia de gas, puede vaciar el agua y realizar una autopsia estándar.

Examine cuidadosamente los pulmones para detectar bullas, ampollas de enfisema y hemorragia.

Observe si existe alguna comunicación interauricular o interventricular. Verifique cuidadosamente si hay alguna evidencia de enfermedad cardiovascular y cualquier cambio que pueda comprometer la función cardíaca.

Toxicología: obtenga muestras de sangre, orina, humor vítreo, bilis, hígado y contenido estomacal. No es necesario analizar todas las muestras, pero al menos debe realizar pruebas de detección de drogas o indicios de abuso de sustancias. Si se sospecha una anomalía electrolítica o si la persona fallecida era diabética, puede resultar útil analizar el humor vítreo.

Antes de abrir el cráneo, ligue todos los vasos del cuello para evitar la entrada de aire artificial en los vasos intracraneales. Ligue los vasos en la base del cerebro una vez abierto el cráneo. Ignore las burbujas en las venas superficiales o los senos venosos. Examine los vasos meníngeos y los vasos corticales superficiales para detectar la presencia de gas. Examine cuidadosamente el polígono de Willis y las arterias cerebrales medias en busca de burbujas.

Haga que un experto evalúe el equipo de buceo.

¿Los cilindros están vacíos? Si no es así, el gas debe ser analizado para comprobar su pureza (incluso una cantidad baja de monóxido de carbono hace una gran diferencia en la profundidad). Todo el equipo debe estar en buen estado de funcionamiento, y el manómetro y el profundímetro deben funcionar con precisión.

# Posibles hallazgos

## Embolia gaseosa

Burbujas de aire intraarteriales e intraarteriolares en el cerebro y en los vasos meníngeos, hemorragias petequiales en la sustancia gris y blanca, evidencia de EPOC o barotrauma pulmonar (neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo), signos de insuficiencia cardíaca derecha aguda, neumopericardio, aire en arterias coronarias y retinianas.

## Enfermedad por descompresión

Lesiones en la sustancia blanca del tercio medio de la médula espinal, con infarto por estasis; si existe un foramen oval permeable (u otra posible derivación cardíaca de derecha a izquierda) puede producirse una embolia gaseosa paradójica debido al ingreso de una gran cantidad de burbujas venosas en la circulación arterial.

## Intoxicación por monóxido de carbono

Las muertes por intoxicación por monóxido de carbono son poco comunes en el buceo recreativo, pero ocurren. Los resultados de la autopsia son similares a los de las muertes por monóxido de carbono en otros entornos, con el clásico hallazgo de órganos y sangre con coloración rojo cereza. Se debe obtener una medición de carboxihemoglobina como examen toxicológico de rutina en todas las muertes relacionadas con el buceo para excluir la posibilidad de contaminación del gas respirable como factor contribuyente.

# Interpretación

La presencia de gas en cualquier órgano o vaso observada en la autopsia de alguien que respiró gas comprimido justo antes de morir no es una prueba concluyente de enfermedad por descompresión o embolia gaseosa. Durante una inmersión, especialmente una de considerable profundidad o tiempo de fondo, el gas inerte se disuelve en los tejidos y el gas saldrá de la solución cuando el cuerpo vuelva a la presión atmosférica. Esto, combinado con la producción de gas *postmortem*, producirá burbujas en el tejido y los vasos. Este fenómeno ha llevado a muchos anatomopatólogos experimentados a concluir de manera errónea que una muerte ocurrió debido a enfermedad por descompresión o a una embolia gaseosa.

Las burbujas intravasculares presentes predominantemente en las arterias y observadas durante una autopsia que se realiza poco tiempo después de producirse la muerte son signos de sospecha de embolia gaseosa. El historial de inmersiones ayudará a confirmar o refutar esta hipótesis.

## Ahogamiento

Si bien el ahogamiento sigue siendo esencialmente un diagnóstico de exclusión, hay algunos hallazgos anatómicos que se observan con considerable frecuencia. Los pulmones suelen aparecer hiperinsuflados e incluso pueden juntarse en la línea media cuando se retira la pared torácica anterior. Por lo general, los pulmones están pesados y edematosos, y puede haber derrames pleurales. Puede haber una cantidad moderada de agua e incluso algo de material vegetal, no solo en las vías aéreas sino también en el esófago y el estómago. Comúnmente se observa la dilatación del ventrículo derecho del corazón al igual que la congestión de las grandes venas centrales. También se suele encontrar líquido en el seno esfenoidal.

## Picaduras o mordeduras venenosas

Una mordedura o picadura en cualquier parte del cuerpo, un edema inexplicable en cualquier parte del cuerpo, evidencia de anafilaxia u otra reacción alérgica grave.

Si solo hay gas en el ventrículo izquierdo o si el análisis muestra que el gas en el ventrículo izquierdo tiene un mayor contenido de oxígeno que el presente en el lado derecho, esto también apoyaría la hipótesis de que se produjo una embolia gaseosa.

El gas intravascular procedente de la descomposición o de la desaturación de gases de la inmersión debería contener poco oxígeno y estar compuesto principalmente por nitrógeno y dióxido de carbono.

Las inmersiones más profundas y de mayor duración pueden causar enfermedad por descompresión y una cantidad importante de gases intravasculares (sobre todo venosos).

La enfermedad por descompresión rara vez es mortal y suele causar una morbilidad significativa (enfermedad y lesiones) en los casos graves. La embolia gaseosa está asociada a un ascenso rápido y al barotrauma pulmonar.



6 West Colony Place  
Durham, NC 27705 EE. UU.

Teléfono: +1-919-684-2948  
Línea de emergencias de DAN: +1-919-684-9111  
Únase en [DAN.org](http://DAN.org)