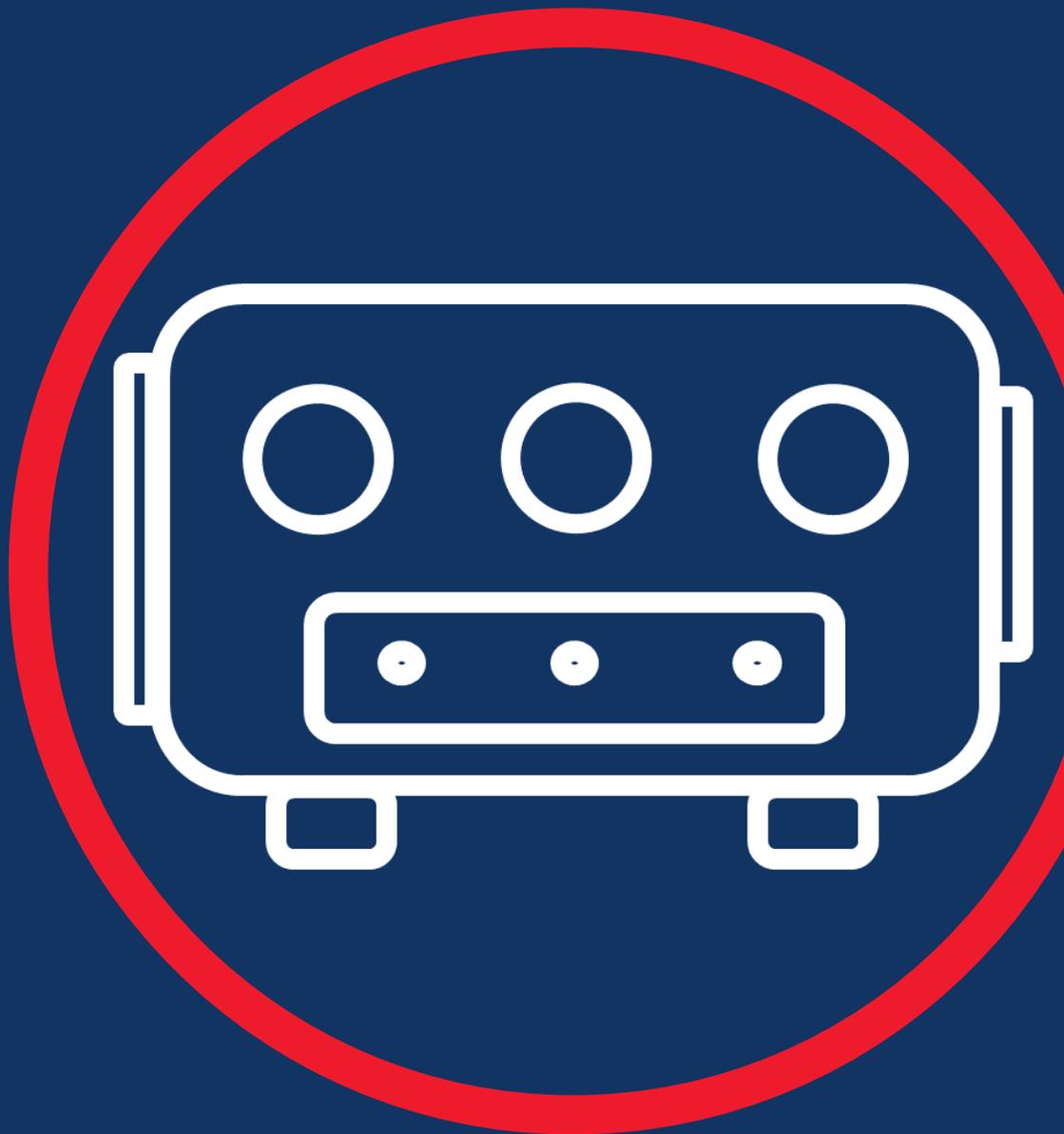


5ta Edición  
Febrero 2021

# BOLETÍN DEL RCN

El Periódico de la Red de Cámaras Hiperbáricas de DAN



# ¿QUÉ HAY DENTRO?

---

## **2** CARTA DE BIENVENIDA DE LA RCN

Francois Burman y el equipo  
DAN RCN

## **3** DCS OCULAR?

Matías Nochetto, MD, EE.UU

## **4** DECOMPRESIÓN EN KOMODO

Matías Nochetto, MD, EE.UU

## **5** REQUISITOS DE SUMINISTRO DE AIRE DE LA CÁMARA

Francois Burman, Pr. Eng,  
EE.UU

## **6** SUMINISTROS ESENCIALES PARA UNA CONFIGURACIÓN DE CÁMARA REMOTA

Julio García, BSN, ACHRN,  
EE.UU

## **8** LAS CÁMARAS HIPERBÁRICAS MULTIPLAZA DE JAPÓN

Yasushi Kojima, MD, Japón  
Akiko Kojima, Japón

## **9** GIROS INESPERADOS

Eduardo García, MD, México

## **12** CÁMARAS DE BUCEO EN INDONESIA

Sheryl Shea, RN, México

## **14** PREGUNTAS FRECUENTES

## **15** SOBRE LOS AUTORES

## **15** INFORMACIÓN DE CONTACTO

# CARTA DE BIENVENIDA DE LA RCN:

## COVID CONDUCE A INNOVACIONES EN LAS INTERACCIONES EN LÍNEA

---

La pandemia de COVID-19 permanece con nosotros y, por lo tanto, el número de lesiones por buceo sigue siendo bajo; la actividad de la línea de emergencia de DAN también lo muestra claramente.

Sin embargo, en respuesta a esto, la profesión de la medicina hiperbárica ha trabajado arduamente para proporcionar y actualizar los requisitos para el control de infecciones en las cámaras. DAN y otras organizaciones están investigando los efectos en los buzos que han contraído el virus: bucear después del COVID-19 es una preocupación para muchos.

Una vez que la crisis de la pandemia haya retrocedido, esperamos que los buceadores regresen a sus destinos de buceo favoritos y que los centros hiperbáricos vuelvan a brindar servicios esenciales a la industria del buceo recreativo.

Sin embargo, el control de infecciones seguirá siendo un elemento clave de todos los servicios prestados al público en el futuro. Ahora es el momento de revisar sus procedimientos generales de desinfección e investigar nuevos productos y sistemas que pueden usarse para ayudar en estos esfuerzos.

Una solución a esto que se ha sugerido, e incluso estudiado en algunas instalaciones, es el uso de radiación ultravioleta (UV), un desinfectante muy eficaz en las circunstancias adecuadas.

Sin embargo, tenga mucho cuidado al considerar esto: sus ventanas acrílicas se dañarán si se exponen a cualquier luz ultravioleta directa o incluso indirecta; la longitud de onda de los rayos UV que desinfecta eficazmente puede causar daños permanentes en las ventanas de su cámara.

Nos enteramos de la instalación de varios centros de tratamiento nuevos en el Medio Oriente y el sudeste de Asia; una noticia emocionante porque significa un crecimiento tanto en el buceo como en los tratamientos hiperbáricos. Tenemos varios vacíos importantes en las regiones de buceo donde no hay cámaras de recompresión adecuadas.

Finalmente, hemos notado una mayor participación de todo el mundo del entrenamiento en el tratamiento de buzos y de seguridad hiperbárica. Los cursos en línea en tiempo real han permitido una mayor asistencia ya que no hay costos de viaje asociados ni obstáculos de inmigración. Esta es una excelente noticia para la seguridad de todos los centros de tratamiento.

Una vez más, esta quinta edición del boletín de RCN contiene una serie de artículos enviados específicamente para su interés y educación. Comuníquese con nosotros si desea compartir algo con otros colegas de nuestra profesión.

Recuerde enviarnos sus preguntas a [rcn@dan.org](mailto:rcn@dan.org). Estamos aquí para ayudar a todos los centros hiperbáricos que tratan a buzos accidentados.

**- Francois Burman y el equipo DAN RCN**

# DCS Ocular?

**MATÍAS NOCHETTO**

---

Un buzo técnico masculino de 65 años realizó una inmersión única a una profundidad máxima de 59 m (193 pies) durante 60 minutos en un ambiente de agua dulce y fría. Durante su descompresión, a alrededor de 18 m (60 pies), notó que no podía ver parte del display de su computadora de buceo. El buceador describió esta pérdida parcial del campo visual como aproximadamente el "cuadrante superior derecho del ojo derecho".

La llamada llegó a DAN después de su llegada al muelle, donde informó que se sentía normal. Cuando se le preguntó por los detalles de esta aparente pérdida parcial del campo visual, dijo que cuando llegó a la superficie, la pérdida visual se estaba volviendo transitoria en lugar de constante y que cuando miraba la cara de alguien, "no podía ver su nariz o la parte superior derecha" del rostro de la persona.

Negó tener antecedentes de problemas visuales, informó que no tenía problemas médicos conocidos y estaba asintomático.



Ejemplo de escotoma

Según los informes, el buzo lesionado podía caminar con normalidad y siempre estaba tranquilo y muy articulado. No parecía sentir ningún problema con las tareas básicas de coordinación, sin dolores, sin cambios sensoriales y sin antecedentes de alteración del nivel de conciencia desde el inicio de los síntomas.

Se le indicó al buceador que comenzara los primeros auxilios con oxígeno mientras se dirigía a la instalación médica más cercana que tenía convenientemente un complejo hiperbárico y una vasta experiencia en medicina de buceo.

Aproximadamente una hora y veinte minutos después, el médico tratante se comunicó con DAN para informar que el buceador fue recibido sin cambios con respecto a lo que se informó inicialmente, comenzó un USNTT6 e informó la resolución completa de los síntomas en 10 minutos a 60 pies (18 m). A la mañana siguiente, el buceador fue dado de alta con recomendaciones de seguimiento con un especialista en medicina de buceo.

La enfermedad de descompresión ocular es un evento relativamente raro que puede manifestarse con puntos ciegos y no es fácil descifrar qué tipo de cambio en el campo de visión estaba experimentando este buceador. Sin embargo, la descripción del buceador también podría interpretarse como un escotoma o incluso una cuadrantanopia. Dado que algunos de los diagnósticos diferenciales tienen un pronóstico mucho más preocupante que el de enfermedad disbárica, se recomendó una evaluación médica inmediata en el centro médico más cercano. Afortunadamente, estaban muy cerca de un centro médico robusto con capacidades de diagnóstico avanzadas. Después de descartar un evento vascular o glaucoma y como el buceador había recibido terapia de recompresión a 60 pies (18 m) con un efecto muy positivo desde el principio, esto resultó muy sugestivo de enfermedad de descompresión ocular.

# Decompresión en Komodo

MATÍAS NOCHETTO

---

Una buceadora de 30 años llamó a la línea de emergencias de DAN por recomendación de su instructor, preocupada de padecer una enfermedad por descompresión (EDC). El grupo estaba en el Parque Nacional de Komodo en Indonesia, y ella quería saber si sería prudente tomar una serie de vuelos de regreso a casa en unas 18 horas. La buceadora había completado una serie de nueve inmersiones durante un período de cuatro días. Los días 1, 3 y 4 había completado 3 inmersiones al día. El último día de buceo incluyó:

- 1.10 m (30 pies) / 71 min con AIRE; Intervalo de Superficie de 3 h;
- 2.28 m (92 pies) / 50 min con AIRE; Intervalo de Superficie de 6 h;
- 3.24 m (79 pies) / 52 min con AIRE; y fuera del agua alrededor de las 19:30 hora local.

La buceadora negó haber experimentado problemas o complicaciones inusuales con cualquiera de sus inmersiones. Ella describe haber experimentado un dolor moderado inusual en toda la cara lateral de ambos muslos; el inicio fue aproximadamente 1,5 horas después de su última inmersión, que atribuyó a un traje de neopreno ajustado. La buceadora dijo que se quedó dormida esa noche y se despertó 1 hora después con un dolor más intenso en los muslos y entumecimiento en la superficie de la piel que se extendía hasta las nalgas y la espalda baja. Se volvió a dormir y se despertó con una mejoría de sus síntomas, pero notó un pequeño sarpullido "con manchas" (6 cm x 3 cm) en el lado lateral del muslo izquierdo. Decidió dejar de bucear cuando su instructor de buceo mencionó que podría estar desarrollando una EDC. La tripulación la inició con NBO<sub>2</sub> durante aproximadamente 2 horas, después de lo cual se sintió mejor y notó una reducción en el tamaño de la erupción.

La buceadora declaró tener algunos antecedentes médicos, tomó ASA PRN, fue certificado tres años antes, tuvo 20 inmersiones de por vida y no era miembro de DAN.

La recomendación de DAN fue que no volara hasta después de la evaluación médica para determinar las posibles causas, incluida una EDC tipo 2.

Más tarde ese día, DAN recibió una llamada de una compañía de asistencia en viaje, cuyo director médico estaba preguntando sobre recomendaciones con respecto a un vuelo a un centro de medicina de buceo cercano en referencia a este mismo caso.

La recomendación de DAN fue de asegurar primero evaluación médica a nivel local, y que si se sospechaba una EDC, generalmente no se aconsejaba un vuelo comercial. La experiencia de DAN en casos de un paciente sintomático en un vuelo comercial se limita a pacientes leves y estables con síntomas no progresivos, pero expresamos preocupación acerca del deterioro de los síntomas preexistentes durante el vuelo y una posible reducción de la eficacia del primer tratamiento.

Desafortunadamente, el centro médico local no consideró este caso como EDC y el buzo no recibió terapia de recompresión. DAN no pudo realizar un seguimiento directo de la paciente, ya que estaba asegurada con otra organización.

DAN estaba razonablemente confiado de que este era realmente un caso de EDC. Aunque inicialmente el caso parecía ser una EDC de tipo 1 (dolor, manifestaciones cutáneas con cambios sensoriales leves y en parche con "manchas"), en el que los casos leves y estables generalmente se consideran de bajo riesgo, la distribución de las parestesias reportadas en lo que uno interpretaría como L4-L5 tal vez mereció mayor consideración. Con esta hipótesis, DAN consideró que era más seguro asumir que el caso no se ajustaba a la definición de "DCI leve o marginal" dada en el Taller de DAN / UHMS de 2004 titulado "Manejo de enfermedades por descompresión leve o marginal en lugares remotos", y retrasar una exposición hipobárica hasta que se pueda asegurar una evaluación neurológica profesional.

# Requisitos de Suministro de Aire de la Cámara

FRANCOIS BURMAN

---

Una pregunta que se nos hace a menudo es cuánto aire se necesita para un centro hiperbárico o, en otras palabras, ¿cómo puedo dimensionar correctamente el sistema de suministro de aire de la cámara?

Las cámaras varían en tamaño y funcionamiento previsto, pero centremos esta pregunta en una cámara multiplaza típica utilizada para tratamientos de recompresión.

Cuando revisemos los muchos códigos y estándares que brindan instrucciones sobre los requisitos mínimos de capacidad, veremos que esto generalmente se calcula como la capacidad de:

1. presurizar la cámara de tratamiento (compartimento principal) a profundidad en un período de tiempo apropiado, más
2. prever al menos dos presurizaciones de la antecámara, más
3. proporcionar suficiente gas para ventilar la cámara con el fin de ayudar a mantener la temperatura, la humedad y el olor, para poder mantener la cámara a un nivel de oxígeno seguro y para controlar la acumulación de dióxido de carbono.

Obviamente, los dos primeros elementos están determinados por el tamaño real de los compartimentos de la cámara, el tratamiento más profundo que se ofrece y el tiempo necesario para alcanzar la presión a una velocidad mínima de 0,1 atmósferas (atm) u 8 fsw (2,4 msw) por minuto<sup>1</sup>.

El tercer elemento o tasa de ventilación depende del número máximo de ocupantes, en profundidad, a una tasa de flujo aceptable. Aquí es donde vemos mucha variación. Sin embargo, una buena regla general es 2,3 acfm (65 alpm) multiplicado por la presión de tratamiento, generalmente 2,8 ATA (60 fsw o 18 msw), multiplicado por el número máximo de ocupantes. Esto se aplicaría a la mayoría de las cámaras para mantener los distintos niveles de comodidad y contaminantes dentro de un rango aceptable.

Cuando se utiliza un compresor de baja presión con el depósito de aire del tamaño adecuado<sup>2</sup>, la tasa de flujo del compresor requerida se determina mediante la tasa de ventilación máxima más un factor de, por ejemplo, 1,5 para permitir las demandas máximas (por ejemplo, para los ocupantes muy ansiosos). Una cámara de 4 ocupantes requeriría 2,3 acfm x 2,8 ATA x 4 más 50%. Esto equivale a aproximadamente 40 scfm (1100 lpm) o aproximadamente 10 scfm (300 lpm) por ocupante.



Los bancos de almacenamiento de alta presión son algo más complejos, especialmente si considera el tratamiento durante un corte de energía. El sistema de suministro requiere suficiente gas para completar la presurización a la profundidad máxima de tratamiento, permitir dos transferencias bajo presión y proporcionar suficiente aire para ventilar la cámara durante toda la duración de la mesa de tratamiento más larga (un USN TT6 completamente extendido, por ejemplo, sería tardará más de 8 horas en completarse).

El tamaño de la cámara y el número de ocupantes determinan el tamaño del banco de alta presión. Una cámara básica de 60" (1,5 m) de diámetro, para 2 ocupantes, teóricamente podría requerir cilindros llenos de 15 K (50 litros por 200 bar) para el escenario más largo posible.

Cada paciente adicional podría requerir hasta 4 cilindros llenos adicionales.

Sin embargo, recuerde que mientras los pacientes están recibiendo oxígeno, la tasa de ventilación puede reducirse significativamente, excepto cuando haya una fuga de oxígeno que resulte en niveles elevados de oxígeno en el ambiente de la cámara; recuerde que el límite máximo de seguridad es del 23,5%. Esto podría reducir la cantidad de cilindros donde se presta especial atención a las condiciones reales de la cámara.

Los bancos de cilindros de 16 cilindros serían suficientes para la mayoría de las cámaras de recompresión típicas que tratan hasta 3 pacientes más 1 asistente interno donde se realiza una cuidadosa gestión del aire durante un corte de energía.



Es imperativo que consulte con el proveedor del compresor para seleccionar el compresor correcto para su aplicación. Este breve análisis guiará al proveedor para determinar el tamaño apropiado del compresor.

Determinar los requisitos exactos puede resultar abrumador. No dude en contactarnos en [rcn@dan.org](mailto:rcn@dan.org) si tiene una pregunta específica relacionada con la configuración exacta de su cámara y antes de ordenar cualquier compresor o banco de aire.

## Notas

1. El promedio de la industria es de 1 atm (33 fsw o 10 msw) por minuto, pero la presurización a menudo se ralentiza para aliviar cualquier malestar o malestar del paciente. La US Navy establece 0,6 atm (20 fsw o 6 msw) por minuto.
2. El tanque de volumen debe ser lo suficientemente grande para que la cámara pueda presurizarse a la profundidad máxima de tratamiento en el tiempo correcto (no menos de 7.5 minutos a 2.8 ATA) con el compresor funcionando continuamente.

# Suministros Esenciales para una Configuración de Cámara Remota

JULIO GARCÍA

---

Al evaluar las necesidades en un entorno remoto para cuidar a un buzo lesionado en un centro de recompresión, por supuesto, se debe poner énfasis en lo básico. El enfoque principal debe ser la vía aérea, la respiración y la circulación\*, y es esencialmente una encuesta primaria; en otras palabras, ¿qué necesito para mantener estable a mi paciente?

Naturalmente, uno querría recomprimir a un buzo lesionado con DCI, pero también podría presentar traumatismo, hemorragia o paro cardiopulmonar que puede ser necesario atender antes o durante la recompresión. Teniendo esto en cuenta, su lista de deseos debe incluir lo siguiente:

- Vías respiratorias orofaríngeas (OPA, por sus siglas en inglés – oropharyngeal airways)
- Máscara con válvula de bolsa (BVM, por sus siglas en inglés – bag valve mask)
- Succión
- Kits de neumotórax
- Torniquete de aplicación de combate (CAT, por sus siglas en inglés – combat application tourniquet)
- Desfibrilador externo automático (AED, por sus siglas en inglés – automated external defibrillator)
- Dispositivos de acceso intravenoso y fluidos

*\*En 2010, el American Heart Association cambió el enfoque de ABC a CAB (circulación, vía aérea y respiración).*

Por supuesto, existen muchos juguetes muy interesantes que a uno le gustaría tener, pero los elementos anteriores pueden ayudarlo a estabilizar a un paciente crítico. La lista anterior no debe considerarse exhaustiva, y algunos pueden asignar valores diferentes a diferentes intervenciones o modalidades. En general, sería útil tener estos elementos a mano en un lugar remoto. Analicemos estos puntos más a fondo.

Las OPA son dispositivos simples que ayudan a mantener las vías respiratorias abiertas. Son fáciles de usar, fáciles de implementar y un conjunto de 6 tamaños diferentes costará menos de veinte dólares estadounidenses. Hay muchos en el mercado para elegir y la capacitación está disponible. Además, las OPA deben combinarse con un BVM. Esta bolsa autoinflable actúa como un depósito para administrar el volumen corriente para las respiraciones, una válvula que no-reinhalación y una máscara. La bolsa se puede conectar a una fuente de oxígeno para mejorar la oxigenación. Si alguna vez ha tenido que administrarle resucitación boca a boca a alguien, seguramente sabe lo valioso que es tener estos dispositivos a mano.

Junto con el manejo de las vías respiratorias, las vías respiratorias deben mantenerse libres de líquidos u obstrucciones. Aquí es donde un dispositivo de succión con respaldo de batería o un dispositivo de succión manual es beneficioso para manejar secreciones o emesis.

Cuando se trata de lesiones que ocurrieron en un entorno hiperbárico como el buceo, los traumatismos o la sobrepresurización de los pulmones pueden provocar neumotórax. Un neumotórax a tensión es siempre una complicación de riesgo y siempre debe haber una forma de interceder.

Los kits de descompresión con aguja están disponibles a bajo costo, lo que proporciona una intervención rápida y eficaz en este escenario potencialmente mortal. Numerosos fabricantes producen estos kits en todo el mundo. La técnica requiere entrenamiento avanzado bajo la supervisión de un médico o profesional de la salud capacitado.

Después de considerar las vías respiratorias y la respiración, como se discutió anteriormente, el siguiente paso es considerar la circulación. Para tener circulación, debe haber sangre y algo para bombearla. La primera consideración aquí es mantener la sangre dentro del cuerpo. Se ha aprendido mucho de los conflictos bélicos en el Medio Oriente en términos de la utilización de torniquetes CAT. Alguna vez se pensó que eran sólo una intervención de último recurso, ahora se implementa rápidamente en cualquier tipo de evento de hemorragia donde hay una pérdida de sangre abundante, acumulación de sangre o sangrado continuo. Nuevamente, hay muchos modelos para elegir, pero los más reconocidos y recomendados son probablemente los siguientes:

- Torniquete de aplicación de combate Gen 6 (CAT-6)
- Torniquete de aplicación de combate Gen 7 (CAT-7)
- Torniquete médico de trinquete (RMT) Táctico
- Torniquete SAM Extremity (SAM-XT)
- Torniquete táctico SOF: ancho (SOFTT-ancho)
- Torniquete mecánico táctico (TMT)
- Torniquete TX2 (TX2)
- Torniquete TX3 (TX3)

El American College of Surgeons (Colegio Estadounidense de Cirujanos), junto con el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y el Comité de Trauma, ha desarrollado un curso de capacitación para civiles y personal médico, que se puede encontrar en [www.stopthebleed.com](http://www.stopthebleed.com).

La consideración final para la circulación es el uso de un AED y acceso intravenoso.

Los AED se han convertido en algo común y se pueden encontrar en aeropuertos, centros comerciales y otros lugares públicos, y se han convertido en parte del tratamiento de primera línea en las clases de soporte vital básico. Un AED básico cuesta entre \$ 600 y \$ 1,500 USD, según el modelo. Estos son valiosos en la reanimación de un evento cardíaco común llamado fibrilación ventricular. Cuando se sospecha que una víctima tiene un evento cardíaco con pérdida del conocimiento, el AED se puede desplegar para analizar el ritmo cardíaco y administrar un "shock" correctivo para convertir la fibrilación de los ventrículos en un ritmo que pueda mantener la vida. Estos dispositivos son fáciles de usar y potencialmente pueden salvar una vida, lo que los hace esenciales en el mundo actual.



Después de todo lo dicho y hecho por los eventos que provocan ansiedad, el bombeo de adrenalina y la ansiedad enumerados anteriormente... sería genial tener un acceso venoso para poder administrar los líquidos según sea necesario. Algunos kits sencillos de agujas de acceso intravenoso de varios tamaños y un par de bolsas de líquidos de rutina, como solución salina normal al 0,9%, D5W o Ringer Lactato, pueden hacer que su paciente se sienta mucho mejor.

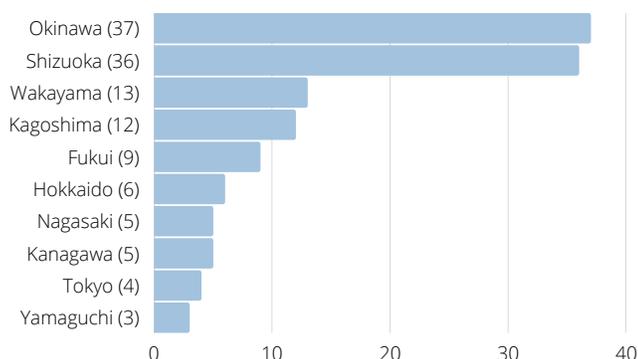
Tómese un momento para considerar los elementos de la lista de deseos discutidos anteriormente y formule sus propias necesidades. ¿Qué te gustaría? ¿Qué necesitarías en tu entorno? Es mejor planificar con anticipación las emergencias que esperar y "desear" tener más.

# Las Cámaras Hiperbáricas Multiplaza de Japón

YASUSHI KOJIMA  
AKIKO KOJIMA

Japón es un país archipelágico con islas que se extienden por más de 1.864 millas (3.000 km), que ofrecen una amplia variedad de oportunidades de buceo durante todo el año. En las islas del sur como Okinawa, el agua es cálida todo el año con peces de colores, arena blanca y agua cristalina. En islas del norte como Hokkaido, el océano tiende a ser fresco o frío incluso en verano, y el buceo en hielo flotante en invierno es bastante famoso. Además, Japón es volcánico con una topografía submarina única, como cuevas, paredes empinadas y formaciones rocosas.

Los sitios de buceo están esparcidos por todo Japón, entre ellos, la península de Izu (cerca de Tokio y un sitio de buceo de fin de semana para los residentes de Tokio), la península de Kii (cerca de Osaka) y las islas de Okinawa son los lugares más visitados por los buceadores.



Se desconoce el número de accidentes de buceo en Japón; sin embargo, se conoce el número de muertes por buceo y se muestra en el gráfico arriba.

La mayoría de los tratamientos para la enfermedad por descompresión se brindan en cámaras multiplaza, que cumplen con los estándares de seguridad de la Asociación de Seguridad del Tratamiento con Oxígeno Hiperbárico,

que pertenece a la Sociedad Japonesa de Medicina Hiperbárica y Subacuática (JSHUM), y utilizan mesas de tratamiento de la Marina de los Estados Unidos de América. El tratamiento en una cámara monoplace es complementario cuando no se dispone de una cámara multiplaza.

La JSHUM realiza encuestas a las cámaras de todo el país una vez cada dos años. Según la encuesta más reciente realizada en 2019, hay 28 cámaras multiplaza entre 204 centros de salud. 17 cámaras multiplaza funcionan 24 horas al día, 7 días a la semana para accidentes de buceo (Figura 1), con mala distribución regional.

Específicamente, hay 8 instalaciones en el área de Kanto (incluido Tokio) y 3 centros en el área de Okinawa, mientras que otras regiones son médicamente vulnerables.

El transporte de los buzos accidentados es gestionado principalmente por el sistema médico de emergencias (SME) y la Guardia Costera de Japón. En algunas áreas, como la remota isla de Okinawa y Ogasawara (Islas Bonin), la Fuerza de Autodefensa Marítima proporciona transporte de emergencia con protocolos especiales.

A menudo surge un problema de idioma para los buceadores extranjeros. Muchas instalaciones brindan ahora tratamiento médico con personal médico multilingüe, sin embargo, en lugares especialmente remotos, se solicitan centros de buceo para ayudar a los buzos accidentados que no hablan japonés.

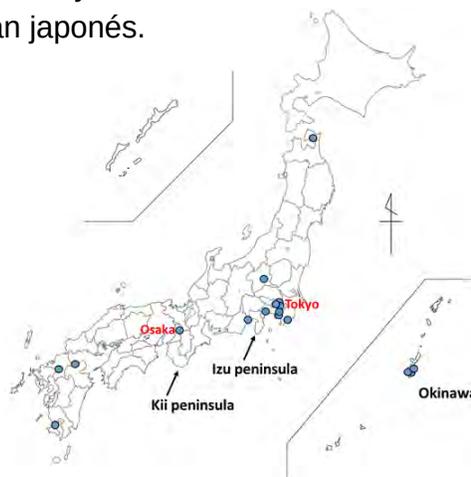


Figura 1:

Distribución de cámaras multiplaza 24/7 que pueden tratar DCI en Japón

# Giros Inesperados

EDUARDO GARCIA

---

Una buceadora canadiense de aguas abiertas de 61 años con más de 100 inmersiones en los últimos diez años estaba de vacaciones buceando en Cozumel y presentó vértigo, náuseas, vómitos e incapacidad para caminar una hora después de terminar sus inmersiones del día mientras tomaba un baño caliente. En los cuatro días previos al accidente, la señora realizó ocho inmersiones.

El día del accidente, sus perfiles de inmersión eran los siguientes: Inmersión 1: 23 msw (75 fsw)/:60 min en AIRE, hizo una parada de seguridad, la alarma de su computadora le advirtió que entró en DECO pero no hizo paradas de descompresión; SIT = 1h Inmersión 2: 15 msw (50 fsw)/:60 min, con parada de seguridad. En su segunda inmersión, la computadora indicó un ascenso rápido.

Tras la anamnesis, la paciente negó tener antecedentes de enfermedad por descompresión (EDC) o tratamiento hiperbárico, pero declaró que tenía cuatro episodios de vértigo asociados con el buceo, dos de los cuales requirieron de atención médica. Estos variaron de horas a días para resolverse.

Otros antecedentes incluyeron un episodio de fibrilación auricular que aparentemente revertió sin tratamiento antiarrítmico, glaucoma de ángulo abierto del ojo izquierdo en tratamiento y cirugía bilateral de reemplazo total de cadera.

A su llegada al servicio de urgencias, el examen físico reveló signos vitales normales, un Glasgow de 15, pupilas normales, un nistagmo lateral y rotacional persistente a la derecha, y una incapacidad para mantener los ojos abiertos debido a la sensación de vértigo.

Su fuerza muscular, reflejos tendinosos y sensibilidad eran normales. Sin embargo, su prueba de Romberg fue anormal y no podía caminar. Además, su audición era normal pero los conductos auditivos externos mostraban un barotrauma del oído medio izquierdo clasificado como una puntuación TEED de 2. Ella negó cualquier dificultad para compensar los oídos, molestias en los oídos durante el buceo o maniobras de compensación bruscas.

En resumen, la buceadora presentó un episodio de vértigo que comenzó una hora después de dos inmersiones con al menos un factor estresante significativo identificado: una parada de descompresión omitida. Además del vértigo severo, presentaba un barotrauma de oído medio izquierdo leve sin efectos adversos evidentes en la audición.

Los diagnósticos diferenciales de vértigo asociados con el buceo incluyen vértigo alternobárico (ABV), barotrauma del oído interno (IEBT) y enfermedad por descompresión del oído interno (IEDCS). El vértigo alternobárico se manifiesta típicamente durante el buceo, pero para la buceadora en cuestión este no fue el caso. El IEBT suele estar asociado a un barotraumatismo significativo del oído medio, principalmente por ascenso o maniobras de compensación forzada, y el vértigo se inicia durante la inmersión o hacia el final de la misma. La IEDCS se describió inicialmente en buzos técnicos con mezcla de gases, sin embargo en los últimos 30 años ha habido mayor documentación de casos en buzos recreativos. Los síntomas suelen comenzar en los primeros 90 minutos después de la inmersión.

La paciente fue tratada con una Tabla 6 de la US Navy. También se realizaron un electrocardiograma de 12 derivaciones y una tomografía computarizada del cerebro y se informó que eran normales. Después del tratamiento inicial, hubo poca mejoría en el vértigo, la marcha y el nistagmo. La paciente fue hospitalizada y manejada con sesiones de oxigenación hiperbárica y fisioterapia todos los días.

En el segundo día de tratamiento, se realizó una ecocardiografía transtorácica (ETT) con prueba de burbujas para descartar la presencia de un cortocircuito de derecha a izquierda (RLS), generalmente recomendada para buzos que experimentan una EDC vestibular, cutánea o cerebral "no merecida". El resultado fue positivo, detectándose burbujas en el corazón izquierdo que pueden estar asociadas con un foramen oval permeable (FOP) de tamaño mediano.

La buceadora informó disminución de la agudeza visual en el ojo derecho al tercer día de tratamiento, y la evaluación de un oftalmólogo informó una exacerbación de su glaucoma preexistente. Ella recibió 8 días de tratamientos hiperbáricos y fue dada de alta del hospital caminando sin asistencia, con un vértigo persistente leve asociado a movimientos rápidos de la cabeza y cambios en la visión .

La IEDCS puede ser un verdadero desafío diagnóstico para el médico hiperbárico. A veces este desafío puede crear confusión sobre si tratar con oxígeno hiperbárico o no. Sin embargo, con un buen análisis del historial de buceo, tiempo de evolución, un buen examen clínico otológico y neurológico, el médico hiperbárico puede apoyarse en la toma de esta decisión.

## Postulación Científica Actual:

Varios estudios de investigación abordan este mismo tema. Mitchell postula que la DCS involucra el aparato vestibulococlear, comúnmente conocido como IEDCS. Los síntomas atribuibles a la afectación del oído interno, como náuseas, vértigo e hipoacusia, pueden aparecer en asociación con otras manifestaciones de la enfermedad por descompresión o como una entidad clínica aislada. Este tipo de enfermedad por descompresión se ha asociado en múltiples investigaciones con la presencia de cortocircuitos de derecha a izquierda (RLS)<sup>1</sup>. Germonpré y Ballestra describen la presentación clínica de buceadores con enfermedad por descompresión, con lesiones localizadas en la médula espinal cervical superior, cerebelo, oído interno o cerebro y una prevalencia significativamente mayor de FOP que los buzos con localizaciones de DCS en la médula espinal inferior<sup>2</sup>. Cantais describe en su estudio de 101 buceadores que presentaban enfermedad descompresiva, el 58% de los casos tenían RLS siendo más frecuente en buzos con trastorno cocleo-vestibular primero y segundo con manifestaciones cerebrales, lo que sugiere una embolia paradójica como mecanismo potencial<sup>3</sup>. Klingman en un estudio específico de IEDCS y RLS refiere que el mecanismo causal en estos casos puede haber sido una embolia de burbujas intravasculares y que la IEDCS puede ser más común entre los buceadores recreativos de lo que se reconoce actualmente. No ofrecer tratamiento recompresivo a un paciente con IEDCS puede resultar en una discapacidad permanente. Debido a que el diagnóstico diferencial entre IEBT e IEDCS puede ser imposible, los autores sugirieron que los buceadores con síntomas del oído interno después de una inmersión deberían tener recompresión de inmediato<sup>4</sup>.

Las burbujas de gas inerte venoso se forman comúnmente durante o después de la descompresión de las inmersiones, y el único vínculo plausible entre el RLS y la IEDCS es la transferencia de estas burbujas a la circulación arterial; algo descrito por Germonpré, Klingmann y colaboradores, y Cantais y colaboradores. Se ha interpretado que sugiere que en los buzos con tal derivación, la IEDCS puede ser causada por burbujas arteriales que actúan como émbolos. Esta lógica es sólida, pero una causa puramente embólica no explica por qué, en muchos casos, el oído interno puede verse afectado mientras que el cerebro parece no estarlo. Según lo postulado por Mitchell y colaboradores, el oído interno obtiene su irrigación sanguínea de la arteria laberíntica, una pequeña rama de la arteria cerebelosa anteroinferior, que a su vez es una rama de la arteria basilar. La arteria basilar se distribuye solo al cerebro, por lo que si los émbolos de gas venoso (VGE) están ingresando a la arteria laberíntica desde la arteria basilar, también deberían estar ampliamente distribuidos en el cerebro; sin embargo, en casos aislados de IEDCS no vemos evidencia de manifestaciones cerebrales. No está claro por qué el oído interno puede lesionarse en estas circunstancias mientras que el cerebro aparentemente no está afectado.

Una posible explicación de esta discrepancia surge del trabajo sobre la cinética del gas inerte en el oído interno y nuestra capacidad posterior para predecir las condiciones de sobresaturación de gas en el oído interno después del buceo.

"Supersaturación" se refiere al hecho de que la suma de las presiones parciales del gas tisular es mayor que la presión ambiental, una condición necesaria para el crecimiento de burbujas. Se ha demostrado que las burbujas introducidas en tejidos sobresaturados con gas inerte crecen. De ello se deduce que las pequeñas burbujas arteriales, que pasan a través de una derivación de derecha a izquierda, crecerían y tendrían más probabilidades de causar obstrucción microvascular y alteración mecánica si se transportaran a un tejido que estuviera significativamente sobresaturado con gas inerte. Se ha demostrado que el tiempo medio para la eliminación de nitrógeno del oído interno después de la descompresión es más lento que el del cerebro.

Todos estos factores deben tenerse en cuenta para comprender la fisiopatología de la enfermedad por descompresión del oído interno. En este caso, la paciente tuvo una evolución lenta y favorable, aunque quedó con secuelas. Actualmente no se recomienda volver a bucear por las secuelas vestibulares, posibles episodios previos de EDC y presencia de FOP de tamaño medio<sup>1</sup>.

## Referencias

1. Mitchell, S. J., & Doolette, D. J. (2009). Selective vulnerability of the inner ear to decompression sickness in divers with right-to-left shunt: the role of tissue gas supersaturation. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. :1985), 106(1), 298–301. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.90915.2008>
2. Germonpré, P., Dendale, P., Unger, P., & Balestra, C. (1998). Patent foramen ovale and decompression sickness in sports divers. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 84(5), 1622–1626. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.5.1622>
3. Cantais, E., Louge, P., Suppini, A., Foster, P. P., & Palmier, B. (2003). Right-to-left shunt and risk of decompression illness with cochleovestibular and cerebral symptoms in divers: case control study in 101 consecutive dive accidents. *Critical care medicine*, 31(1), 84–88. <https://doi.org/10.1097/00003246-200301000-00013>
4. Klingmann, C., Benton, P. J., Ringleb, P. A., & Knauth, M. (2003). Embolic inner ear decompression illness: correlation with a right-to-left shunt. *The Laryngoscope*, 113(8), 1356–1361. <https://doi.org/10.1097/00005537-200308000-00017>

# Cámaras de Buceo en Indonesia

SHERYL SHEA

---

Indonesia es un destino de buceo de primera categoría, uno de cuyos principales atractivos es la abundancia de destinos de buceo remotos, lejos de la civilización y la atención médica, donde los arrecifes son prístinos y las condiciones para el buceo son excelentes. Hay muchas áreas muy populares con centros turísticos de buceo muy remotos que pueden tardar días en llegar, como Wakatobi en el sureste de Sulawesi, Misool en Raja Ampat y Manado en el norte de Sulawesi. Los barcos de buceo de vida a bordo son numerosos y visitan, por ejemplo, Raja Ampat, Banda Sea y Alor. Estos destinos son muy populares entre los buceadores serios que van a bucear, bucear, y bucear. Un viaje de buceo típico a estos lugares consiste en varios días consecutivos de buceo, con hasta 4-5 inmersiones por día. Debido al costo de este tipo de viajes de buceo, la edad promedio de los buceadores tiende a ser mayor y, aunque en general son saludables, muchos tienen condiciones de salud que aumentan el riesgo de necesitar atención médica. Si un buceador desarrolla alguna complicación médica que requiera atención avanzada en estos lugares, llegar a un centro de atención adecuado, como una cámara de recompresión, suele ser complejo y puede provocar un retraso significativo en el tratamiento, a menudo 24 horas o más.



Cámaras hiperbáricas en Indonesia

Una gran cantidad de sitios de buceo rodean Bali y las islas adyacentes, que son populares entre todas las edades, por razones opuestas; fácil accesibilidad, con numerosos vuelos internacionales diarios y la disponibilidad de atractivos turísticos terrestres, especialmente culturales. La atención médica en Bali está fácilmente disponible, incluidos tres centros hiperbáricos adecuados. Si bien los buceadores en Bali y sus alrededores no suelen planificar numerosos días consecutivos de buceo como suele ser el caso de los destinos remotos, el buceo desde la costa es popular y se accede a algunas áreas por carreteras que pasan por encima de las montañas, lo que presenta un mayor riesgo de enfermedad por descompresión. El consumo de alcohol es popular, lo que también aumenta el riesgo de los buceadores.

Hay muchas cámaras hiperbáricas multiplaza en Indonesia, pero pocas han sido evaluadas por DAN como para poder considerarlas operativamente seguras. Para ser considerados así, deben tener un director médico local con conocimientos de medicina de buceo y personal capacitado en procedimientos de cámara y emergencia, la capacidad para realizar un USN TT6, un sistema de extinción de incendios, suministros de gas de respaldo, un programa de mantenimiento regular y disponibilidad para tratar emergencias de buceo las 24 horas. Actualmente sabemos de la existencia de 10 centros hiperbáricos en Indonesia a los que DAN podría referirles pacientes, 3 de ellos en Bali, las otras siete están repartidas en una vasta área desde Yakarta hasta Manado.

Este número puede cambiar a medida que las cámaras pueden entrar y salir de servicio, tener problemas de mantenimiento o cambios de personal. Sin embargo, el número de cámaras evaluadas por DAN en Indonesia ha aumentado gradualmente en los últimos años en los que sólo teníamos conocimiento de dos; uno en Bali y otro en Manado.

Aunque las cámaras más nuevas tienden a ser más grandes, más atractivas, tienen un acceso más fácil debido a las grandes puertas rectangulares y los asientos cómodos, las cámaras clásicas de estilo de cubierta redonda más antiguas también son adecuadas, aunque el acceso al interior de las mismas puede ser un poco más difícil, especialmente con un paciente incapacitado. El factor más importante no es la edad, la comodidad o el aspecto de la cámara, sino los factores mencionados anteriormente. DAN no tiene conocimiento de cámaras hiperbáricas en Indonesia que tengan la capacidad técnica y operativa de tratar a un paciente crítico. Este tipo de casos tendrían que ser evacuados a Singapur.



Manado- Una de las dos cámaras de recompresión de Indonesia originarias

Algunos problemas que ha experimentado DAN con las cámaras de Indonesia y que han tenido como resultado evitar remitirles pacientes de buceo son la falta de un director médico local y los regímenes de tratamiento para EDC que no siempre están en línea con los estándares internacionales. Algunas cámaras tienen directores médicos que tienen su sede en otras ciudades e incluso en otros países, que por lo tanto no están disponibles para supervisar directamente las operaciones de la cámara y el tratamiento de los pacientes. En algunos lugares, el tratamiento inicial para EDC, tanto en los casos de Tipo 1 como de Tipo 2, es una Tabla 5 de la Marina de los EEUU (USN TT5) en lugar de una Tabla 6 (USN TT6) estándar con o sin extensiones,

lo que puede resultar en subtratamiento y una resolución inadecuada de DCS. En general, se acepta que una USN TT5 puede ser adecuado para el tratamiento inicial de los casos de DCS tipo 1 leve, pero para los casos de tipo 1 o 2 de moderada a grave, el tratamiento inicial debe ser como mínimo una USN TT6 o equivalente. Además, existen cámaras multiplaza que carecen de antecámara, por lo que no son adecuadas para el tratamiento de buceadores con EDC debido a la incapacidad operativa de hacer ingresar al personal médico durante un tratamiento para atender una eventual emergencia.



Una de las nuevas cámaras en Bali, Indonesia

Las cámaras de recompresión que más se utilizan para los pacientes de buceo recreativo en Indonesia son las cámaras de Bali, debido a la ubicación (algo) centralizada de Bali, la disponibilidad 24/7, la cercanía a un buen aeropuerto y la experiencia del personal en el tratamiento de pacientes de buceo. A medida que el buceo en Indonesia aumenta en popularidad, y con el control anticipado de la pandemia COVID-19 con la llegada de la vacuna, aumentará la necesidad de cámaras de buceo operacionalmente seguras evaluadas por DAN en Indonesia.

DAN Diving and Hyperbaric Safety agradece la oportunidad de ayudarlo a resolver estos problemas para convertirse en una cámara DAN operativamente segura. Para obtener más información, contáctenos en [rcn@dan.org](mailto:rcn@dan.org).

# PREGUNTAS FRECUENTES

---

## **P: ¿Con qué frecuencia debo calibrar los medidores de profundidad de mi cámara?**

**R:** Esta es una pregunta muy frecuente y existe cierta confusión sobre cómo debe hacerse. Sin embargo, no se trata simplemente de "calibración", así que vamos a dividir esto en algunas partes respectivas.

1. Todos usamos el término "calibración", pero en realidad, todo lo que podemos hacer para probar la precisión del medidor es poner a cero el medidor y luego comparar las lecturas con algún tipo de medidor maestro o precalibrado. Por lo tanto, aceptemos la palabra "comprobación" o "testeo" en lugar de "calibración", que indicará si el medidor funciona y lee correctamente.

2. La precisión es un término relativo. Para el buceo profundo, cuya descompresión debe realizarse con mucho cuidado, el requisito estándar es  $\pm 0,25\%$  de la escala completa. Para un indicador de 0 - 450 fsw (0 - 130 msw), esto implicaría que cada lectura debe estar dentro de  $\pm 1$  fsw ( $\pm 0.3$  msw). Sin embargo, para que el tratamiento de buzos lesionados no supere normalmente los 100 fsw (30 msw), este grado de precisión no es necesario para garantizar el mejor resultado. Aquí se acepta una precisión de  $\pm 0,5\%$  de la escala completa.

3. La frecuencia de las pruebas depende de una variedad de factores, como la ubicación y la situación reales. Aquí están las pautas:

a. En el caso de cualquier discrepancia visible entre diferentes medidores que lean el mismo compartimiento presurizado (por ejemplo, el Caisson y los medidores de la esclusa principal); o

b. En el caso de cualquier mal funcionamiento del medidor, como no regresar a cero, atascarse, moverse alrededor del nivel de presión esperado; o

c. En el caso de cualquier daño mecánico, como que el medidor se caiga o algo golpee el medidor; o

d. Cuando los requisitos reglamentarios lo exijan (algunos países y algunas normas operativas tienen requisitos específicos; o

e. las instrucciones del fabricante original; o fallando alguno de estos. Al menos una vez al año. Este es el estándar internacional general; el estándar ASME PVHO-2, por ejemplo, requiere pruebas anuales.

4. La consideración final es cómo verificar los medidores. Aquí tenemos algunas opciones.

a. Comparando todos los medidores instalados en la cámara: al menos el compartimento de tratamiento (principal) y los medidores de la antecámara; el medidor de Caisson si está instalado; o

b. Usar un medidor maestro calibrado para verificar cada medidor de profundidad a un conjunto preseleccionado subiendo y bajando la presión; o

c. Retirar el manómetro y enviarlo a un laboratorio acreditado. Sin embargo, a menos que la autoridad de inspección lo requiera, esta no es la mejor manera de hacerlo, ya que el transporte y luego la reinstalación del medidor puede provocar cambios en las lecturas. El estándar ASME-PVHO-2 acepta la primera opción, siempre y cuando se haga adecuadamente y se registre.

# Sobre Los Autores

---

## Francois Burman

Francois es un ingeniero profesional registrado y director de seguridad subacuática e hiperbárica en Divers Alert Network, con sede en Durham, NC (EE. UU.). Es el autor de la Guía de Evaluación de Riesgos para Instalaciones de Recompresión, publicada por primera vez en 2001, y ha realizado más de 150 evaluaciones de seguridad de cámaras de recompresión in situ en todo el mundo. Tiene más de 35 años de experiencia en el diseño, fabricación, instalación, soporte y capacitación en cámaras de recompresión, ha estado en DAN desde 1996 y es muy activo en el apoyo a las cámaras de recompresión, especialmente a través de educación y capacitación.

## Eduardo García

Eduardo García es un médico especialista en buceo con sede en Cozumel, México. Se graduó como médico en 1997 y luego realizó una especialidad en Medicina Interna, completando sus estudios en 2005. En el mismo año, asistió al curso de Oficial Médico de Buceo de la NOAA en Seattle, EE. UU. Después de esto, pasó a completar un Máster en Medicina Hiperbárica y Subacuática en 2015 en Barcelona. Eduardo se ha desempeñado como médico de buceo e hiperbárico desde que completó su primer título de médico en 1997.

## Julio García

Julio ha sido Director de Programa tanto para instalaciones monoplasa como multiplaza desde 1996. En 1999, se convirtió en Director de Programa para el Centro de Atención de Heridas y Medicina Hiperbárica en Springhill Medical Center en Mobile, Alabama, USA. En esta posición, con la ayuda de su equipo que incluye dos médicos y cinco CHRN, brindan servicios hiperbáricos de cuidados intensivos las 24 horas del día, los 7 días de la semana cubriendo más de 200 millas de la costa central del Golfo de México. Es el Representante de Enfermería entrante en la junta directiva de UHMS, forma parte del comité de educación internacional de APWCA y forma parte del consejo editorial de la revista Wounds..

## Akiko Kojima

Akiko es una buceadora apasionada y ha sido certificada como Master Scuba Diver Trainer durante más de 25 años. Ella es ex Gerente de DAN Japón y ha ayudado a muchos buceadores durante emergencias como administradora de casos. Fue certificada como oficial de seguridad de buceo en 2019 .

## Yasushi Kojima

Yasushi es un médico que se especializa en ortopedia y medicina del buceo. Yasu ha sido el Oficial Médico de Buceo DAN Japón y ahora se desempeña como médico en el Centro Médico Hiperbárico de la Universidad Médica y Dental de Tokio, que alberga la cámara multiplaza más grande de Japón. También es el Director de la Sociedad Japonesa de Medicina Hiperbárica y Submarina..

## Matías Nochetto

El Dr. Nochetto es el Director de Programas y Servicios Médicos de DAN. Recibió su título de médico en 2001 en la Universidad de Buenos Aires (UBA) y completó un fellowship clínico y de investigación de 3 años en medicina hiperbárica y del buceo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En DAN, el Dr. Nochetto dirige el Deptamento de Servicios Médicos donde un equipo de paramédicos, enfermeras y médicos manejan las llamadas en la Línea de Emergencia y consultas médicas, además de ayudar con el desarrollo e implementación de programas médicos de DAN en todo el mundo.

## Sheryl Shea

Sheryl es enfermera registrada, tecnóloga clínica hiperbárica certificada y trabaja para el Departamento de Medicina de Divers Alert Network. Ha trabajado como operadora y asistente de la cámara, ha capacitado al personal de la cámara, ha trabajado durante muchos años en una tienda de buceo, ha recibido una amplia capacitación en seguridad y tecnología de instalaciones hiperbáricas, ha realizado evaluaciones de seguridad de la cámara y sirve como recurso médico hiperbárico y como especialista en información de medicina de buceo.

---

## Información del Contacto

- Divers Alert Network ..... +1-919-684-2948
- Asistencia técnica y operativa de la Red de Cámaras de Recompresión ..... [rcn@dan.org](mailto:rcn@dan.org)
- Programa de Asistencia de la Cámara de Recompresión de DAN (RCAP) ..... [rcap@dan.org](mailto:rcap@dan.org)
- Consultas médicas de cámara de recompresión ..... [medic@dan.org](mailto:medic@dan.org)
- Consultas generales sobre seguridad en el buceo ..... [riskmitigation@dan.org](mailto:riskmitigation@dan.org)
- Website de Seguridad Operativa de Cámaras..... <https://dan.org/safety-prevention/chamber-operation-safety>