



EL BOLETÍN DE LA RED DE CÁMARAS DE RECOMPRESIÓN DE DAN: FEBRERO 2020

Comencemos este boletín con un poco de historia.

El Programa de Asistencia para Cámaras de Recompresión (que muchos conocen como RCAP, siglas en inglés) se concibió en 1993 como medio para desarrollar una red eficaz y segura de cámaras de recompresión de buzos en nuestras zonas de buceo populares. Antes de los avances globales en la provisión de tratamiento HBO, muchas de las cámaras presentaban problemas de seguridad, técnicos, operacionales y especialmente de sostenibilidad debido a los relativamente pocos tratamientos que se daban. De hecho, muchas fueron fruto de la pasión de proveedores y benefactores locales que instalaban cámaras que no se utilizarían con frecuencia, pero que eran imprescindibles en el tratamiento de buzos lesionados. DAN lanzó su programa de extensión para ayudar a estas cámaras a lograr un nivel de seguridad de operaciones que beneficiara a todos. El RCAP aún está bastante activo.

La Red de Cámaras de Recompresión de DAN (o RCN, siglas en inglés) se desarrolló a partir de este programa e incluía cámaras que no requerían mucho en cuanto a asistencia, pero que estaban dispuestas a tratar a los buzos y eran capaces de hacerlo.

Resultaría interesante señalar que la RCN ahora cuenta con 172 instalaciones de cámaras involucradas y activas con un número creciente en áreas que se están convirtiendo en principales lugares de buceo recreativo. Esto significa que tenemos mucho trabajo que hacer y que nos preocupamos todo, lo que nos convierte en un departamento muy atareado.

En 2001, DAN lanzó una Guía de Evaluación de Riesgos para Instalaciones de Recompresión con el fin de que todas las instalaciones contaran con los requisitos básicos para funcionar de manera segura y efectiva. No está destinada a ser una auditoría ni herramienta de inspección, más bien es un recurso para que las instalaciones puedan usarla para conocer mejor sus riesgos y obtener orientación sobre el equipamiento, operaciones, educación y mantenimiento de las instalaciones. Desde entonces, la guía se ha sometido a varias revisiones para incluir cambios en algunos de nuestros códigos y estándares, incluir lecciones aprendidas de diversos incidentes, nuevas técnicas operacionales y avances en tecnología hiperbárica. Las versiones en español y portugués se emitieron sobre la marcha. En octubre de este año, publicamos la revisión 4 de la guía, con considerablemente más información, orientación y recomendaciones sobre mitigación de riesgos. Si bien en algunas regiones DAN se ofrece una copia impresa por un precio

nominal, se puede descargar gratuitamente en línea en formato PDF. El sitio web es <https://apps.dan.org/Publication-Library/> y, para quienes prefieren usar sus dispositivos móviles, se ofrece el código QR más abajo. En resumen, usted tendrá acceso a 100 páginas de información, orientación y, esperamos, formación. Sírvese de ella para identificar los riesgos reales de su instalación y pueda mitigarlos de manera efectiva y sin necesidad de inversiones significativas. Úsela si va a hacer cambios en su instalación o si va a construir una nueva instalación; recuerde que una instalación hiperbárica es mucho más que una cámara. Sírvese de ella si va a cambiar sus procedimientos operacionales y también para informar y capacitar a todo su personal. De este modo, todas las instalaciones pueden estar disponibles y ser más seguras y eficaces en el tratamiento de buzos lesionados y pacientes HBO si ello se incluyera en sus servicios.

En una clave similar, DAN publicó a finales de 2018 una Guía de Evaluación de Riesgos para Operadores y Profesionales de Buceo. Nuestra visión es no solo ser capaces de garantizar tratamientos eficaces, sino, en primer lugar, evitar que se produzcan accidentes. Esta guía, disponible ahora también en español, está dirigida a aquellos que ponen a los buzos en el agua: prevenir es mejor que curar, pero por supuesto, siempre necesitaremos una cura para esos casos inesperados, desafortunados e inmerecidos. Usted puede descargar una copia gratuita de esta guía en el mismo sitio web. No dude en informar sobre esto a los centros de buceo y los profesionales con quienes usted trabaja.

Por último, y para respaldar nuestro trabajo de evaluación y mitigación de riesgos en nuestra industria, hemos producido dos cursos gratuitos eLearning para cualquiera pueda tomarlos. Uno de ellos trata sobre las mejores prácticas de seguridad de embarcaciones de buceo, pero el otro se aplica de igual forma a las cámaras que comprimen sus propios gases. El curso Aseguramiento de la Calidad del Aire para Respirar es tan aplicable a las cámaras como a los buzos. Puede encontrar los cursos en <https://dan.diverlearning.com>, también se ofrece un código QR.

Este es el tercero de nuestra serie de boletines: por favor, asegúrese de hacernos saber si los considera útiles o no, si tiene alguna pregunta e incluso si desea compartir sus ideas. Nuestra dirección de correo electrónico es rcn@dan.org.

- Francois Burman y el equipo RCN de DAN



Guía sobre evaluación de riesgos



Cursos eLearning de DAN



RCN Bulletin:

Boletín de la Red de Cámaras de Recompresión de DAN



BIENVENIDOS AL BOLETÍN DE LA RCN DE DAN

Contenido:

Las Características Esenciales de los Planes de Acción de Emergencia Efectivos

Francois Burman, Pr Eng - EEUU

Debilidad Inherente en Algunos Modelos de Descompresión y Tablas de Buceo

WAJ (Jack) Meintjes, MD - RSA

Caso Práctico: EDC Cutánea

Matias Nochetto, MD - EEUU

Las Cámaras de Recompresión del Mar Rojo

Guy Thomas, DMT - Italia

Sitios de Buceo y Cámaras de Recompresión de Argentina

Gustavo Mauvecín, MD - Argentina

Perfil de la Cámara: Curso de Operador y Asistente de Cámara 2010 de Zanzíbar

Tammy D Holter, Zanzíbar

Caso Práctico: Mareo Tras una Inmersión

Jim Chimiak, MD - EEUU

Cámaras de Recompresión en la Región de las Islas del Pacífico

Jim Chimiak, MD - EEUU

Caso Práctico: Enfermedad por Descompresión del Oído Interno y Mareo Residual

Matias Nochetto, MD – EEUU

Preguntas Frecuentes

Una buena definición de un EAP es “una línea de acción predeterminada destinada a mitigar posibles emergencias o situaciones dañinas que podrían poner en riesgo o perjudicar a personas, bienes materiales o la capacidad de una instalación para funcionar de manera segura”.

En este artículo, exploraremos el propósito fundamental y los elementos esenciales de un EAP.

Las necesidades de una instalación de tratamiento hiperbárico pueden separarse en cuatro áreas primarias:

1. La protección del personal, los pacientes y el público (las exposiciones hiperbáricas y los sistemas presurizados no están exentos de riesgos);
2. La protección de instalaciones y bienes, incluyendo el inmueble, la instalación, la cámara y los equipos auxiliares;
3. La mitigación de riesgos de responsabilidad, desde la exposición de personal y pacientes, tratamientos implicados y seguridad pública; y
4. La capacidad de poder proveer servicios esenciales para buceos lesionados o pacientes HBO.

Un plan efectivo requiere una evaluación detallada de los riesgos y posibles situaciones que podrían ocurrir, además de un conocimiento de cuáles acciones de mitigación podrían ser necesarias.

Empezamos por una evaluación de vulnerabilidad en la cual consideramos los posibles riesgos y después determinamos cuál de estos son reales y cuáles puramente teóricos.

En muchas instalaciones de tratamiento hiperbárico, y según el alcance de los tratamientos provistos, podríamos encontrarnos con cualquiera de las siguientes situaciones que requieren respuestas rápidas y bien pensadas:

Emergencias de cámara: entre los ejemplos de situaciones de sistema están:

- La pérdida de suministro de aire u oxígeno primarios.
- Pérdida de suministro de aire y/o oxígeno de reserva.
- Contaminación del aire u oxígeno
- Incremento o disminución rápidos de la presión de cámara
- Incendio en el interior o exterior de la cámara
- Incendio en el interior o exterior del compresor o de las instalaciones de almacenamiento de gas
- Pérdida de suministro eléctrico
- Fallo de cualquiera de los sistemas de cámara (iluminación, comunicaciones, etc.)

- Activación del sistema de diluvio (sea accidental o intencional)
- Abandono, encierro dentro de la cámara
- Amenazas externas (clima, disturbios sociales, delitos)

Por tanto, y dado que proveemos tratamiento médico, ejemplos de situaciones que pueden afectar a pacientes o asistentes internos podrían ser:

- Toxicidad de oxígeno
- Arritmias, paro cardíaco
- Neumotórax
- Barotrauma (oído medio, senos paranasales, dientes, pulmones, intestino)
- Miringotomía de emergencia
- Embolia gaseosa arterial
- Dificultad al respirar o broncoespasmo
- Sospecha de hipoglucemia
- Vómitos
- Pérdida de la consciencia
- Claustrofobia
- Paciente agresivo o no cooperativo

Cuando se establezcan los peligros asociados, sus probabilidades, frecuencia y gravedad, usted sabrá dónde existen riesgos. Después, usted tiene que decidir sobre cómo responder inmediatamente, y sin vacilación, y qué hacer.

Y lo más importante, usted tiene que ser capaz de mitigar la situación inicial, la cual podría tratarse de alguna o todas las siguientes:

- Contener, controlar, extinguir y reaccionar apropiadamente.
- Comunicar la situación para obtener ayuda rápidamente.
- Cuidar de las personas lesionadas.
- Acceder a los equipos de emergencia que estén fácilmente disponibles y operativos.
- Seguir el plan estrictamente, reaccionar de manera apropiada y no pensar demasiado en las acciones.

Entre otros elementos que a considerar para mitigar emergencias que ayudan en su propia defensa y la de su instalación en caso de acusaciones, investigaciones o vistas penales se encuentran:

- Procedimientos estándar de operación: estos ayudan a prevenir y por lo menos, son una advertencia pronta en una situación de emergencia;
- Listas de comprobación de los EAP, que ofrecen reacciones estructuradas, reducen la necesidad de pensar y ayudan a la capacitación;
- Formularios de incidencias y documentos de reportes, los cuales ofrecen oportunidades de aprendizaje y ayudan a reducir consecuencias legales;
- Capacitación, la cual provee conocimientos y concientización, y también contribuye a la prevención, y
- Simulacros reales que garanticen la capacidad de reaccionar correctamente sin pánico y que son la piedra angular de la prevención, preparación y destreza.

Los planes de acciones de emergencia son inútiles si no se ensayan. Durante todas nuestras evaluaciones de seguridad de cámara, en las que se incluyeron unas 130 instalaciones hasta la fecha, hemos detectado que esto es lo más importante y el riesgo que peor se gestiona de todos los que afectan a las instalaciones de tratamiento hiperbárico.

Ensayando estos planes periódicamente podemos:

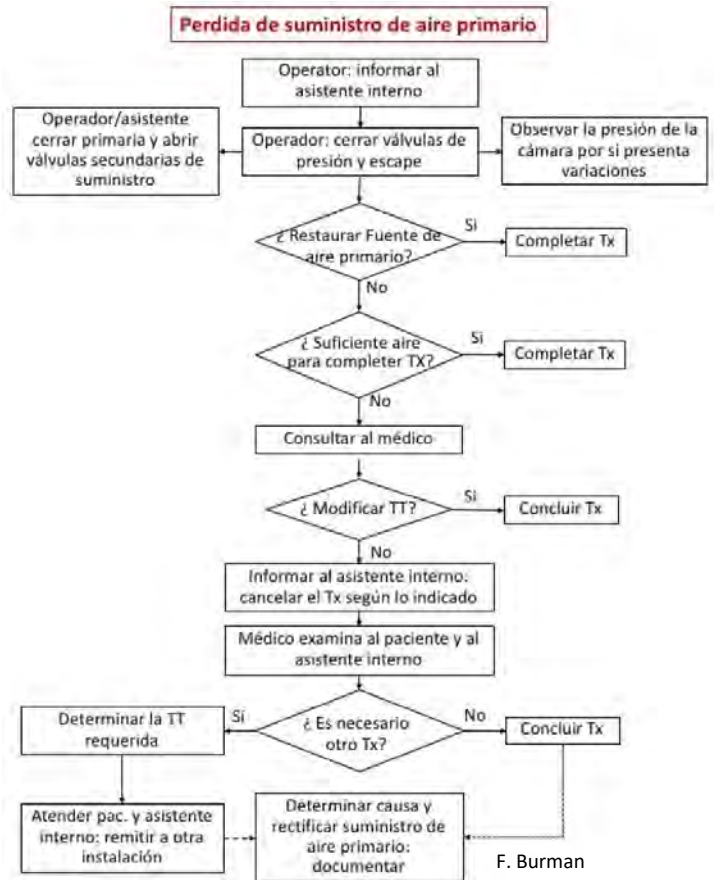
- Determinar su efectividad: ¿Logran los planes el resultado necesario?
- Resolver todos los problemas: Podemos garantizar que todos los pasos se puedan realizar, pensar en otros planes alternativos si el plan A no funcionara y revisar y ajustar estos planes según se requiera.
- Funcionar bajo presión: Cometer errores mientras los colegas observan es mejor que omitir un paso imprescindible durante una emergencia real y, recuerde, se trata de una labor en equipo.
- Generar confianza y destreza: No solo sabremos exactamente qué hacer durante lo que sería una situación muy estresante, también sabremos si el plan funciona.
- Las habilidades disminuyen con el tiempo, de modo que usted debe definir una frecuencia apropiada de sus simulacros y llevar registros de cada uno de ellos.

Tómeselos en serio, **cada vez que los realice.**

Algunos de ustedes nos han pedido algunos ejemplos de los EAP. El problema con esto es que cada instalación es diferente: el personal es diferente, los equipos y el inmueble son diferentes y la disponibilidad de los servicios de emergencia varían grandemente, sobre todo en algunos lugares 'remotos'.

Las emergencias médicas son una preocupación menor ya que la medicina es una serie de prácticas bien desarrolladas. Podemos ofrecer cierta orientación sobre elementos importantes de emergencias médicas, pero recuerde que: *Las habilidades tienen que refrescarse periódicamente.*

Las emergencias operacionales y de sistema requieren planes muy específicos de sistema. La que más tememos es el incendio dentro de la cámara. La más probable, y crítica en caso de buzos seriamente lesionados que simplemente no puedan detener sus tratamientos, es la pérdida de suministro de aire a la cámara.



Hemos facilitado una versión de ejemplo para que usted la revise y la adapte a sus propios sistemas de suministro de aire, puntos comunes de fallo y equipos disponibles. Recuerde: Usted puede tener dos sistemas de suministro de aire independientes que no dependan del suministro eléctrico. Pero solo podrá tener una sola conexión entre ellos y la cámara. Si la válvula principal fallara, usted perderá ambos sistemas de suministro a la vez.

La Guía de Evaluación de Riesgos DAN para Instalaciones de Recompresión contiene información útil que le ayuda a evaluar sus riesgos reales y a mitigar las situaciones de emergencia. La guía está disponible a través del enlace que aparece en la introducción de este boletín.

El caso:

Un buzo joven y en buena forma física se encontraba en unas vacaciones de buceo de dos semanas durante las cuales realizó dos o tres inmersiones al día. Sus inmersiones siempre fueron conservadoras y dentro de los límites de no descompresión. El quinto día de sus vacaciones de buceo, experimentó un dolor en su hombro izquierdo que describió como profundo y no influenciado por el movimiento del hombro. Tras una conversación con la línea directa de DAN, se le diagnosticó enfermedad por descompresión musculoesquelética en una clínica local y el tratamiento en cámara resultó en una desaparición completa e inmediata de sus síntomas.

Su pregunta:

¿Por qué me afectaría la enfermedad por descompresión si nunca excedo los límites de descompresión y durante la inmersión no sucedieron eventos desfavorables?

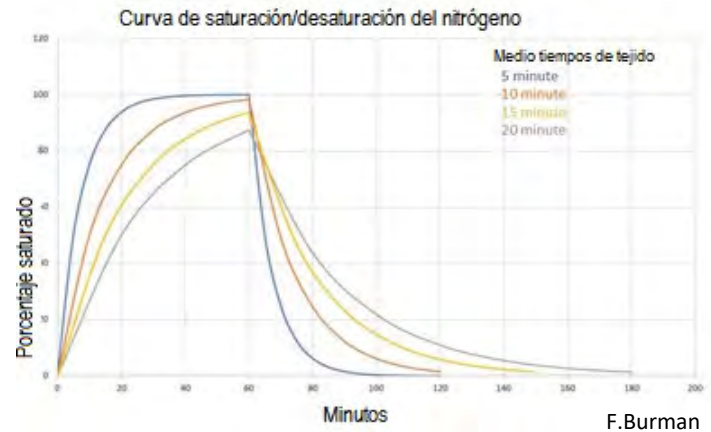
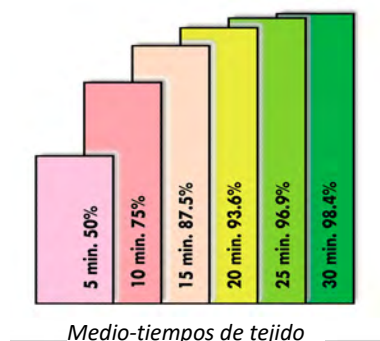
La explicación:

El intercambio de gas inerte durante una inmersión sigue una dinámica similar a la forma en que el cuerpo absorbe y elimina los medicamentos. En términos técnicos, nos referimos a esto como “medio tiempos de tejidos”. Un “medio tiempo de tejido” es el tiempo que tarda un compartimento de tejido en alcanzar el 50% de su capacidad de saturación. Así, al bucear, un tejido se saturará al 50% en un medio tiempo. Después de dos medio tiempos, el tejido estará saturado al 75% y así sucesivamente.

¹Si calculamos, podremos decir, con fines prácticos, que un tejido estará saturado completamente después de seis medio tiempos. Por ejemplo, si tomamos un “tejido rápido”, como los tejidos

neurológicos, podemos (para argumentar) establecer la hipótesis de un medio tiempo de tejido de 10 minutos. Esto significa que este tejido estará completamente saturado a una profundidad específica si usted ha

pasado una hora (60 minutos o 6 medio tiempos) a esa profundidad. De igual forma, la desaturación (liberación



del gas inerte) también tomará 6 medio tiempos (60 minutos en este ejemplo).

No obstante, es importante señalar que, aun cuando el tejido no esté completamente saturado al comenzar la desaturación, de todos modos tomará 6 medio tiempos en desaturarse completamente. Por tanto, si un “compartimento de tejido lento” solo está parcialmente saturado en el caso de la misma inmersión de 60 minutos, un tejido de 30 minutos estará saturado al 75%.

Es importante señalar que este mismo tejido que ha absorbido gas durante 60 minutos, tomará 6 medio tiempos (3 horas) en desaturarse completamente. Tras una hora, solo estará desaturado al 75%.

Con este concepto en mente, es importante señalar que la mayoría de las tablas de buceo consideran a una persona como “buzo nuevo” (no hace una inmersión repetitiva) tras un periodo de 12 horas. Si esto constituye 6 medio tiempos, significa que el tejido más lento que se toma en cuenta en las tablas de buceo, tiene un medio tiempo de tejido de 2 horas (2 horas x 6 = 12 horas). Esto es, por supuesto, una fórmula matemática, pero las investigaciones² han demostrado que los medio tiempos reales del tejido más lento (del nitrógeno) está en algún punto entre 320 y 480 minutos (de 5 horas y 20 min. a 8 horas!). Esto implica que la mayoría de las tablas de buceo que se usan hoy no toman en cuenta adecuadamente los compartimentos de tejido más lentos al calcular los perfiles de descompresión. Ello significa que, de acuerdo con los principios fisiológicos, una “inmersión repetitiva” (donde el nitrógeno residual en los tejidos puede influir en una inmersión subsiguiente) debe definirse como “una

¹ (n.d.). Extraído de <https://www.idc-guide.com/recreational-dive-planner/>

²Sicko Z, Kot J, Doboszynski T. El medio tiempo máximo de tejido para la eliminación del nitrógeno del cuerpo del buzo. Int Marit Health. 2003;54(1-4):108-16

inmersión realizada en algún punto entre 1920 y 2880 minutos después de la inmersión anterior.” ¡Esto es de 32 a 48 horas después de la inmersión anterior!

Afortunadamente, la enfermedad por descompresión no es un evento frecuente y el cuerpo puede tolerar cierta cantidad de sobresaturación sin experimentar una enfermedad por descompresión. No obstante, lo anterior es una explicación de por qué una persona puede sufrir una enfermedad por descompresión incluso cuando bucee dentro de los límites de no descompresión.

Esto tiene sentido, ya que los únicos factores tomados en cuenta al desarrollar el modelo matemático de descompresión (usando las tablas de buceo) son la profundidad máxima del buzo y el tiempo que se permanece a esa profundidad. Existen muchos otros factores fisiológicos que no se toman en cuenta, como la edad, el sexo, el ejercicio (antes y durante la inmersión), el estado de hidratación, los medicamentos que se toman, la temperatura, la composición corporal (porcentaje de

grasa), cambios hormonales, etc. La conclusión es que las matemáticas aún no predicen totalmente nuestras respuestas fisiológicas a una inmersión.

Las implicaciones:

La saturación de tejido no se ha investigado aún completamente, por tanto, no contamos con un “modelo matemático” para guiar nuestras acciones durante unas vacaciones de buceo. Sin embargo, sabemos que los buzos que realizan de 2 a 3 inmersiones al día, podrían presentar dolor (tejido lento) alrededor del quinto día de inmersión. Por consiguiente, los buzos conservadores deben considerar tomar un descanso de 24 horas cada tres días más o menos. Esto aumentará el margen de seguridad y hará que las vacaciones de buceo sean menos dolorosas. A tenor, los operadores de buceo podrían planificar paquetes para sus clientes que incluyan actividades sin inmersión a fin de aumentar el margen de seguridad de sus clientes.

Caso Práctico: EDC Cutánea

Una mujer de 52 años y su esposo habían estado buceando en una isla del Caribe. Hicieron 7 inmersiones en 3 días, con 3 inmersiones el último día de buceo.

La profundidad máxima en la serie de buceo fue de 108 FSW el día 2 y la profundidad media de todas las inmersiones fue de 75 FSW. Todas las inmersiones se hicieron con aire, dentro de los límites de no descompresión y sin incidencias, según informaron. Tras la tercera inmersión el último día de buceo, la mujer notó un moteado azulado y dolor al tacto en todo el abdomen. A esta sensación le siguieron leves síntomas generales como dolor generalizado, cansancio, mareos, aturdimiento y náuseas leves.

Un médico conocedor del buceo evaluó a la buzo y le diagnosticó DCS tipo 1 con manifestaciones cutáneas correspondientes a *cutis marmorata* (piel marmórea). El médico no confirmó anomalías neurológicas e indicó una USN TT6 e hidratación intravenosa, lo cual resultó en una resolución incompleta. La mañana siguiente, la buzo informó que se sentía mucho mejor, pero que aún estaba experimentando dolor al tacto en el tejido profundo del abdomen y leves síntomas generales para lo cual el médico recetó una USN TT5 subsiguiente, después de la cual desaparecieron los síntomas. En una consulta de seguimiento 24 horas después se confirmó que no había recaída.

Matias Nochetto

Este es un ejemplo clásico de enfermedad por descompresión cutánea. La descripción del rash abdominal fue perfecta, con un patrón marmóreo azulado en los 4 cuadrantes y el dolor a la palpación profunda comunmente asociado a ello, todo en el contexto de una serie de 3 días de buceo. Los buzos registraron perfiles de buceo que no parecían ser agresivos, a excepción de unos



Enfermedad por descompresión cutánea.

ascensos a superficie rápidos posteriores a la parada de seguridad.³

Es importante enfatizar que no es poco frecuente que los buzos desarrollen casos clásicos de enfermedad por descompresión sin desviarse considerablemente de lo que se comúnmente se consideraría una inmersión “segura e intrascendente.” Estos casos solo confirman que el estrés descompresivo debe considerarse como un insulto fisiológico de magnitud proporcional a la magnitud del propio perfil de inmersión. Pero, aún queda por descifrar qué convierte una serie de inmersiones moderadas e intrascendentes en un perfil de buceo que termina en enfermedad por descompresión.

³ Kalentzos, V. N. (2010, June 10). *Cutis Marmorata* in Decompression Sickness: NEJM.

Las Cámaras de Recompresión del Mar Rojo

Guy Thomas

El Mar Rojo siempre ha sido un destino sumamente atractivo para los buzos europeos gracias a su cercanía a Europa y a los grandes descuentos que se ofrecen a pesar de los problemas políticos anteriores en algunos de los países. Entre los destinos de buceo más comunes del Mar Rojo se encuentran Yibuti, Egipto, Israel, Jordania, Arabia Saudita y Sudán.

El destino más popular de buceo es, sin duda, Egipto, tanto por la belleza de su vida submarina como por los precios relativamente bajos por una semana de vacaciones de buceo. De hecho, para los buzos europeos es, a menudo, más barato viajar a Egipto por una semana de buceo que a otro país europeo e, incluso, a otro lugar de su propio país. El buceo se lleva a cabo, principalmente, desde pequeñas embarcaciones de buceo que ofrecen viajes de un día y también desde cruceros de buceo. La inmensa cantidad de buzos en la parte Egipcia del Mar Rojo ha generado una gran cantidad de accidentes de buceo en comparación con otros destinos de buceo preferidos por los europeos. La primera cámara de recompresión hiperbárica disponible en esta zona se instaló en Sharm El Sheikh en la década del 90, pero con los años una red de cámaras multiplaza con disponibilidad 24/7 se ha desarrollado por toda la región (Marsa Alam, Safaga, Hurghada, El Gouna, Dahab y Sharm El Sheikh). Esto ha hecho posible tratar los casos de ED dentro de un máximo de 6 a 12 horas, incluyendo el tiempo necesario para llegar a tierra. Las cámaras de recompresión se encuentran ya sea en hospitales o en clínicas. Con la excepción de la zona de Marsa Alam, los servicios de búsqueda y rescate se encuentran activos en toda la región, lo cual reduce aún más los tiempos de transportación. Por lo general, todas las instalaciones de tratamiento egipcias son muy colaborativas y abiertas a discutir, en tiempo real con DAN y otras compañías de seguro de buceo, sobre el tratamiento de los buzos lesionados.

La ciudad israelí Eilat es otro destino preferido de buceo, aunque la mayoría de sus visitantes son de Israel. Las inmersiones se realizan, generalmente, desde la orilla y los casos de ED son tratados en cámaras multiplaza (disponibles 24/7) ubicadas en el hospital Joseftal. No obstante, en ocasiones, resulta problemático obtener informes médicos y discutir en tiempo real sobre los tratamientos de los buzos lesionados.

Aqaba, en Jordania, es un “nuevo” destino de buceo y el gobierno local invierte significativamente en actividades

de buceo recreativo con el fin de atraer a buzos a la región. Crean sitios interesantes de buceo hundiendo embarcaciones para crear arrecifes coralinos y naufragios artificiales en donde bucear, pero también se han asegurado de tener disponible una cámara multiplaza actualizada y un personal hiperbárico disponible 24/7 en el moderno hospital militar de la ciudad. Aunque la colaboración es excelente, el hospital no acepta pagos por los tratamientos ni visitantes de países extranjeros, lo cual complica la atención médica y de seguros.

Arabia Saudi es un destino de buceo menos popular y en esta parte del Mar Rojo raramente se producen accidentes; no obstante, existe una cámara disponible en el Hospital Fakeeh Soliman en la ciudad de Jeddah.



Cámara hiperbárica en Eilat, Israel

En Yibuti, existe una cámara hiperbárica de la Marina de los EEUU que está ubicada en la bahía, pero la comunicación es a menudo problemática y frecuentemente se requieren evacuaciones médicas a Europa y Egipto.

Después de Egipto, probablemente Sudán tenga el mejor entorno submarino, pero no existe una cámara hiperbárica local y las instalaciones médicas de Port Sudan tienen capacidades limitadas, lo cual requiere de evacuaciones a un hospital mayor y mejor equipado a 800 km (500 millas). En realidad, todas las evacuaciones médicas son hacia Europa.

En toda esta región, donde en ocasiones pueden producirse disturbios políticos y los requerimientos de visa podrían ser complicados, las evacuaciones a Europa son la solución preferida.

Sitios de Buceo y Cámaras de Recompresión de Argentina

Gustavo Mauvecín

Argentina posee una línea costera marítima extensa de más de 4700 kilómetros (2900 millas) en el Océano Atlántico. Argentina tiene plataforma continental, es decir, la extensión del continente por debajo del nivel del mar.

El buceo se realiza, principalmente, en dos zonas diferentes: las aguas del Océano Atlántico y los sectores de los lagos. Estas dos áreas de buceo preferidas se encuentran en la región de Patagonia

Entre los sitios más destacados de Patagonia se encuentran:

- Puerto Madryn, considerado la capital nacional del buceo. Existen áreas naturales y también parques o naufragios artificiales, principalmente con barcos o vehículos hundidos, que crean un entorno favorable para la proliferación de las especies marinas.

Travel Patagonia



- La Bahía de San Antonio, ubicada en la costa adyacente al Río Negro, cuenta con varias playas: Playa las Grutas, Playa Orenge, Isla de los Mejillones, Banco de Almejas y Puerto de Ultramar, sitios ideales para disfrutar del buceo. Existe una fauna marina variada y la temperatura del agua es agradable.
- El Canal del Beagle, en Ushuaia, con sus frías aguas donde buceo constituye una actividad extrema. Con temperaturas por debajo de los 5°C (40°F), el buceo aquí requiere de una preparación y equipamiento especiales. Bajo el agua, los centollos y los bosques de algas conforman un peculiar paisaje subacuático. También forman parte del Canal del Beagle el Lago Traful, en Neuquén, y el Lago Nahuel Huapi, en Bariloche. Estos son los más populares entre los sectores de los lagos.

Las instalaciones de medicina hiperbárica en Argentina son mayormente privadas o pertenecen a las Fuerzas Armadas, con solo un hospital público equipado con una cámara hiperbárica. Casi todos los servicios de medicina hiperbárica se proveen en cámaras multiplaza adecuadas para tratamientos de hasta una presión de 3 bar (100 FSW o 30 MSW). Su disponibilidad es de 24/7. Según los registros de la Sociedad Argentina de Medicina Hiperbárica y Actividades Subacuáticas (SAMHAS), existen 16 instalaciones de medicina hiperbárica registradas en el país.

En Patagonia, la región donde más se practica buceo, la disponibilidad de cámaras hiperbáricas es escasa y son largas las distancias entre las instalaciones de tratamiento.

- Mar del Plata: Medicina hiperbárica CMH: cámara multiplaza
- Escuela de Submarinos y Buceo, Armada Argentina: cámara multiplaza
- Hospital Naval Puerto Belgrano: cámara multiplaza
- Hospital Puerto Madryn (público): cámara multiplaza
- Hospital Naval Ushuaia: cámara multiplaza

Un aspecto importante aquí es la disponibilidad de recursos humanos y la capacitación adecuada de los médicos y paramédicos para la gestión de los accidentes de descompresión. La mayoría de los médicos, paramédicos y operadores de cámaras de recompresión están formados por las Fuerzas Armadas y familiarizados con el uso de las tablas terapéuticas de la Marina de los EEUU.

⁴ Patagonia. (2014). Retrieved from <https://www.theguardian.com/travel/2014/dec/13/guide-to-patagonia-chile-argentina-where-to-stay>

Curso de Operador y Asistente de Cámara Hiperbárica 2010 de Zanzíbar

Tammy D. Holter

Nota: Este artículo se escribió originalmente para la edición de otoño de 2011 de la revista de DAN "Alerta para Buzos" de África del Sur.

Desde mi primera experiencia de buceo en Zanzíbar hace más de una década, me sobrecogió la diversidad de la vida marina de las aguas adyacentes de esta idílica isla a menos de 6 grados del ecuador. Con el paso de los años, me he involucrado más y más, no solo en nuestro centro de buceo, Scuba Do Zanzibar, sino también en todo el sector.

Los centros de buceo de Tanzania conformaron un consorcio a finales de 2005. Originalmente, el concepto

era superar las dificultades para importar productos de capacitación PADI hacia destinos remotos. La idea de trabajar juntos ha crecido y ahora no solo nos ha dado poder de compra a PADI, sino también a muchos suministradores del sector del buceo. Este consorcio de compañías de buceo está trabajando conjuntamente en importantes iniciativas de conservación marina con nuestro Departamento de Pesca y Medioambiente. Actualmente, la industria del buceo de Zanzíbar está trabajando más estrechamente promoviendo la seguridad del buceo mediante el Programa de Asistencia a Cámaras Hiperbáricas, resucitado recientemente por nuestro médico Dr. Henrik Juhl.



Image by Morné Christou.
Cámara de recompresión en Matemwe, Zanzibar

En los últimos cuatro años, Zanzíbar ha sido muy afortunada de contar con la guía de médicos de buceo de primera línea como los doctores Dr. Isabel, Dr. Bruce, Dr. Luba y ahora el Dr. Henrik. Su guía nos ha llevado de la vieja escuela que pensaba que la EDC solo afectaba a "buzos problemáticos" que no seguían las prácticas seguras de buceo a nuestro conocimiento actual de que los buzos pueden verse afectados incluso sin hacer nada incorrecto. Aunque el buceo es uno de las actividades de aventura más seguras, a medida que crece la industria del buceo en Zanzíbar más personas de todas las edades y niveles de forma física participan en ella. Las estadísticas demuestran que habrá una necesidad mayor de cámaras operativas con asistencia de personal médicamente capacitado.

Después de haber enseñado a bucear a más de 400 personas y haber sido un buzo certificado por más de 15 años, fue recientemente que tuve mi primer buzo con un caso de ED no merecida. Una buzo saludable y joven en sus 30 experimentó una afectación cutánea después de completar dos perfiles muy conservadores de buceo. Yo estaba desempeñándome como maestro de buceo en una inmersión y puedo dar fe de cuán conservadoras fueron sus inmersiones, ya que yo ascendí lentamente con ella, haciendo paradas de seguridad en cada ascenso. Escuchar hablar del concepto de enfermedad por descompresión "no merecida" (del inglés "undeserved") y verla son cosas

bien diferentes. Fue este incidente lo que me instó a instruirme más (mucho más de lo que se enseña en teoría estándar de buceo) sobre el reconocimiento de las señales y síntomas de la ED. Esta experiencia también aumentó mi interés por la medicina hiperbárica y me motivó a involucrarme más en nuestro Programa de Asistencia a Cámaras. Tuve la afortunada experiencia de asistir al Curso de Operador y Asistente de Cámara Hiperbárica de noviembre de 2010, patrocinado por DAN-SA e impartido por nuestro instructor Morné Christou. Fue una estupenda oportunidad de formación personal y también un

evento importante para la industria de buceo de Zanzíbar. La instalación Cámara Hiperbárica de Zanzíbar ofrece tranquilidad mental a todos los buzos que visitan y disfrutan del maravilloso buceo de Zanzíbar y de todo el este de África. La primera parte de la capacitación de la semana se dedicó al curso de asistente de cámara hiperbárica.

La función del asistente implica estar dentro de la cámara con el buzo lesionado. Esta persona tiene la responsabilidad de monitorizar las señales y síntomas del paciente, comunicarse con el médico para ayudar al paciente con la máscara de oxígeno, estar familiarizado con el funcionamiento de la cámara desde su interior con vistas a casos de emergencias y estar familiarizado con todos los procedimientos de emergencia. También

tenemos la tarea de informar al buzo lesionado sobre los procedimientos de la cámara, comprobar que estén adecuadamente vestidos (sin ropa inflamable, joyas, etc.) y ayudarle a entrar y salir de la cámara. Junto a Morné, seguimos la trayectoria de cada tubería que entra y sale de la cámara y aprendimos a dar solución a todos los casos de problema. Se nos enseñó a cómo poner la cámara en línea y a desconectarla después del tratamiento, siempre dejándola operativa.

En mi primera inmersión en cámara, sabía muy poco y no tenía idea de que la podía controlar desde el interior. Como buzo, sé que cuando estoy buceando puedo controlar mi descenso y así mi oídos no van a dañarse si experimento un apretón. Por tanto, en mi primera inmersión en cámara, tuve la abrumadora sensación de no tener el control lo cual junto a los sonidos de la cámara presurizándose y los cambios de temperatura resultaron ser una experiencia bastante aterradora. Esto me dio una idea clara sobre lo que podría ser para un buzo lesionado internarse en una cámara por primera vez al tiempo que experimenta el dolor de la lesión. Como asistente de cámara, es mi trabajo intentar que el buzo lesionado se relaje y prepararlo para lo que va a experimentar. Al hacer mi segunda inmersión en cámara, ya había aprendido a controlar la cámara desde adentro y para entonces Morné y el Dr. Henrik nos habían presentado problemas para que resolviéramos, lo cual no solo aumentó nuestra confianza, también hizo que la experiencia de estar dentro de la cámara fuera más llevadera.

Cuando ya tuvimos dominio de nuestra estancia en el interior de la cámara, aprendimos a controlar todos los aspectos de la cámara desde el exterior. Se nos sometió a prueba y se nos dieron tablas de tratamiento que debíamos seguir mientras nuestro instructor y el médico nos presentaban muchas situaciones hipotéticas. En general, el curso fue muy intenso; aprendimos muchísimo y adquirimos la confianza para operar la cámara en el momento que fuera necesario.

Alrededor de un mes después de nuestra capacitación, justo al amanecer, recibí una llamada del Dr. Henrik quien se encontraba en la cámara con un paciente. Como yo había estado en la oficina todo el día y los otros instructores, que son operadores de cámara habían estado buceando, me tocó ir a mí. Durante mi viaje de 30 minutos hacia la cámara, repasé todo el curso de capacitación en mi cabeza y me preparé. Llegué a la cámara y ya se había decidido que yo fuera el asistente que estuviera en el interior con el paciente. Una vez dentro, todo lo que habíamos aprendido en el curso me vino a la mente. Fue estupendo ver como el paciente se aliviaba tan pronto como llegamos a nuestra profundidad de tratamiento.

El equipo de operadores y asistentes de cámara de Zanzíbar está compuesto por voluntarios (la mayoría maestros de buceo) e instructores que trabajan en la isla. Cuando da tratamiento a buzos lesionados, el Dr. Henrik se apoya en su equipo de asistentes y operadores disponibles para que vengan a ayudar. Como la mayoría de las inmersiones son durante el día, los primeros tratamientos de cámara suelen realizarse desde el final de la tarde hasta la medianoche; por tanto, es importante tener a varios de nosotros capacitados para garantizar que podamos ayudar al Dr. Henrik. En Scuba Do Zanzibar, cuatro de nuestros instructores se capacitaron como operadores y asistentes, de modo que estamos preparados para ayudar. Actualmente, contamos con un equipo de 14 operadores y asistentes capacitados de los centros de buceo de One Ocean, Bahari, Peponi y Buccaneer, y también con algunos buzos independientes que no trabajan en el sector, pero ofrecen su tiempo voluntariamente. La seguridad general del buceo en Zanzíbar, así como nuestra capacidad para lidiar con cualquier tipo de emergencia de buceo, es un recurso de toda la industria que resulta en la cooperación de los operadores de buceo.



Dr. Henrik Juhl enseñando personal nuevo

Les invito a que vengan y experimenten el buceo bello y diverso que tenemos en el Océano Índico cerca de las costas del oeste de África. Además de nuestra magnífica vida marina, podemos ofrecerle la tranquilidad de que, en el improbable caso de que su usted o su acompañante sufra un accidente de buceo, nuestro médico de buceo y su equipo de apoyo en cámara conjuntamente con DAN-SA, estarán allí para ayudarle. Me siento muy satisfecho de ser parte del equipo de operadores y asistentes de cámara de Zanzíbar.

¡Karibu Zanzibar!

Caso Práctico: Mareo tras una Inmersión

Jim Chimiak

Una mujer de 44 años voló al Pacífico Sur y comenzó a bucear al día siguiente. Se describía a sí misma como buceadora experimentada. Tenía sobrepeso y antecedentes de depresión controlada, para lo cual tomó sertralina durante tres años sin presentar problemas. Por lo demás, era una persona saludable. No fumaba, bebía alcohol en eventos sociales y hacía ejercicios periódicamente. Sus inmersiones con aire eran conservadoras, buceaba durante 5 días descansando al 3 día. Comenzó sus días de buceo haciendo las inmersiones más profundas, de 2 a 3 inmersiones por día. Sus inmersiones estaban en el rango de 85 FSW a 45 FSW y fueron todas inmersiones que no requerían descompresión. En cada inmersión, hizo las paradas de seguridad.

Veinte minutos después de la tercera inmersión (por lo demás sin incidencias) comunicó al maestro de buceo que sentía cansancio extremo y vértigo. Tuvo un episodio de vómitos y náuseas persistentes que también comenzaron tras esta última inmersión. Se encontraba bastante ansiosa, con elevada frecuencia respiratoria y sensación de hormigueo en la yema de los dedos y alrededor de los labios. Inmediatamente, se le puso alto flujo de oxígeno a nivel de superficie, se le administró hidratación oral y se hizo un examen neurológico. Se cesaron las actividades de buceo y fue transportada inmediatamente a una clínica para su evacuación. Sus mareos y náuseas continuaron, pero disminuyó su frecuencia respiratoria y desapareció la sensación de hormigueo.

En la clínica, continuaron administrándole oxígeno conjuntamente con hidratación intravenosa de solución salina sin glucosa. El examen neurológico fue normal,

excepto por nistagmo derecho, trismo y marcha alterada. Manifestó que el vértigo persistía, pero que las náuseas iniciales se habían aliviado. Los exámenes motores y sensoriales fueron normales. Se observó una función normal de vejiga con producción de orina transparente y diluida. Negó tener congestión de oído, dificultades auditivas y su examen otoscópico fue totalmente normal.

Se discutieron los resultados con el médico de DAN y se tomó la decisión de proceder a la recompresión siguiendo una tabla de tratamiento 6 de la Marina de EEUU. Se realizaron extensiones tomando en cuenta una cierta mejora. Al terminar, habían desaparecido las náuseas y el vértigo era leve. Al día siguiente, se ejecutó una tabla de tratamiento 5 de la Marina de EEUU con la cual casi alivió el vértigo. Un segundo tratamiento con la tabla 5 resultó en la completa desaparición del vértigo y una normalización de los indicadores del examen neurológico, incluyendo la marcha.

La buzo siguió la recomendación del médico de esperar al menos 3 días antes de volar de vuelta a casa (partió el cuarto día después del último tratamiento), allí vio a un médico de buceo que documentó un examen normal. Le desconcertaba el hecho de que sus series de buceo fueron mucho más conservadoras que otras que había realizado en el pasado. El médico de buceo le explicó su diagnóstico de riesgo de descompresión de oído interno y le detalló técnicas de prácticas de buceo conservador para reducir riesgos de episodios recurrentes. Dijo que estaba considerando acudir a un cardiólogo para hacerse un ecocardiograma y descartar un agujero oval patente (PFO, siglas en inglés)

Cámaras de Recompresión en la Región de las Islas del Pacífico

Johan Olivier

La región de las Islas del Pacífico puede dividirse en las siguientes regiones principales: Asia, Micronesia, Melanesia, Polinesia y Asia austral. El entorno de buceo varía de las cálidas aguas tropicales en la región norte de Micronesia a las aguas subtropicales más frías en la zona de Asia austral. Entre los destinos populares de buceo se encuentran Guam, Indonesia, Fiji y Papua Nueva Guinea, por nombrar unos pocos. Algunos de estos sitios son muy remotos y ofrecen una vida marina tropical abundante. La mayoría de los destinos populares de buceo y las operaciones asociadas a ellos se encuentran en islas más pequeñas bien lejos de las principales ciudades y aeropuertos, por lo que generalmente se requiere viajar bastante para llegar a estas zonas exclusivas y exóticas.



Johan Olivier

Cámara hiperbárica de Makassar, Sulawesi

En ocasiones, las cámaras y los tratamientos médicos, se encuentran muy lejos y la transportación de un buzo lesionado a la cámara de recompresión más cercana podría verse restringida por el clima; además, por lo general los vuelos solo operan durante el día.

Por tanto, se les exhorta a los buzos plantear este problema a los centros turísticos u operadores de buceo en el momento de hacer la reserva para que tengan una mejor idea del plan de emergencias del viaje.



Cámara hiperbárica en Manado, Sulawesi Norte, Indonesia

Estos son algunos sitios de cámara en lo que constituye un área verdaderamente vasta:

- Australia, en la mayoría de las grandes ciudades
- Borneo – Kota Kinabalu
- Chuuk
- Fiji – Suva
- Malasia – Kuala Lumpur, Ipoh
- Indonesia – Jakarta, Manado, Bali, Kota Palu
- Nueva Zelanda – Auckland y Christchurch
- Palau
- Filipinas – Manila, Batangas, Cebu, Subic Bay
- Singapur
- Islas Salomón
- Vanuatu

No obstante, se debe señalar que la calidad de los servicios de cámara y el nivel de cuidados que se ofrece difiere considerablemente entre las distintas instalaciones de atención médica. Parte del problema en las regiones de buceo remotas, donde existen cámaras de recompresión locales, es su viabilidad financiera. La financiación y utilización son a veces limitadas en áreas remotas donde la necesidad principal es el tratamiento de un buzo lesionado.

Si bien los centros más grandes son gestionados por instalaciones de atención médica que ofrecen terapia de oxígeno hiperbárico HBO, otros que inicialmente fueron instalados por la industria local de buceo o donados por un benefactor preocupado, deben esforzarse por mantener su estado operativo. La realidad es que solo tratar a buzos lesionados no resulta un plan empresarial factible, a menos que la cámara esté financiada por compañías preocupadas por evacuaciones costosas. Asociado a lo anterior está la disponibilidad de personal capacitado. Una cámara puede encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento, pero tener un personal tan escaso que si uno de los miembros principales se enfermase, estuviera fuera de la isla o renunciara, la instalación podría quedar fuera de servicio por días y posiblemente meses.

También ha habido casos en que las cámaras hiperbáricas y de recompresión de la región son todas propiedad de una sola entidad y, por su política interna o falta de contratación para operarlas, permanecen fuera de servicio hasta que estos problemas se resuelven.

Desde el punto de vista técnico, existe una amplia gama de posibles problemas entre los que se encuentran la edad avanzada y la falta de certificación de la cámara como tanque presurizado. Otro problema de especial interés es la falta de aire acondicionado en la instalación, lo cual hace incómodo el tratamiento tanto para el buzo lesionado como para el personal de operación.



Camara del hospital Bethsaida en Jakarta, Indonesia

Pero, en general los servicios en la mayoría de los casos son más que suficientes, simplemente uno debe gestionar las expectativas de los buzos, ya que algunos esperan contar con lo que existe en sus países de origen. A sus preocupaciones se podrían sumar los tiempos de espera, las barreras lingüísticas y una ausencia de médicos con capacitación específica en inmersiones.

Sin decir más de lo necesario, cabría señalar que DAN posee experiencia de trabajo con muchas de estas cámaras, médicos locales, transporte y otros desafíos de la zona. Esto es parte del servicio crítico que presta nuestro personal de línea directa, disponible para cualquier buzo que lo necesite.

En este caso, la persona que llamaba era una enfermera residente que hacía una consulta en nombre de un médico de una sala de emergencias de la costa este de EEUU, sobre un varón de 50 años de edad que estaba padeciendo vértigo durante 2 horas después de una inmersión con dos tanques, en un solo día de buceo.

El buzo no reportó ningún problema sobre las inmersiones y se encontraba “muy bien” durante su travesía de dos horas y media hacia la orilla; iba “bromeando y riendo” con sus compañeros buzos. El buzo dijo que al llegar al muelle, se inclinó para recoger su equipo y lonchera, y que cuando puso pie en el muelle, sintió un vértigo repentino, caminó tambaleándose hasta un banco cercano para acostarse y comenzó a vomitar. Negó haber tenido problemas de equalización y dijo ser un buzo muy experimentado (unas 5000 inmersiones en su vida), sin ningún evento adverso anterior.

	Tiempo	FSW	Parada de descompresión	GF
Inmersión 1	45 min (aire)	137	10 min a 33 FSW (EAN65)	95
IS	2 horas			
Inmersión 2	45 min (aire)	84	11 min a 33 FSW (EAN 65)	95

En el examen, el médico de emergencias reportó un impresionante nistagmo bilateral y vértigo, pero no se observó ningún otro déficit neurológico. El paciente, recostado en la cama con los ojos cerrados debido a la insoportable sensación de vértigo, dijo: “Me siento como si estuviera borracho.” El médico también observó una saturación de oxígeno de 98%; por tanto, no se advirtió necesidad de oxígeno. DAN recomendó oxígeno normobárico a la fracción inspirada máxima posible, ya que la enfermedad por descompresión del oído interno (IEDCS, siglas en inglés), podría ser una explicación razonable del estado del paciente, con lo cual estuvieron de acuerdo solo tras cierta racionalización.

DAN Medic estableció una llamada en conferencia con el médico de DAN y el médico de emergencias, ya que el otro diagnóstico diferencial que se podía considerar era barotrauma del oído interno (IEBT). El paciente fue examinado por un otorrinolaringólogo que observó un leve enrojecimiento de la membrana timpánica, pero, por lo demás, una función normal. El especialista concluyó que no había evidencias de barotrauma en el oído interno. La falta de evidencia clínica y otoscópica de un IEBT, la ausencia de dificultad para equalizar junto con un significativo estrés de descompresión y la aparición de un síntoma dos horas y media después de salir a la superficie se consideraron grandes indicadores de IEDCS. Se transfirió el paciente a una instalación hiperbárica de hospital, donde recibió 5 tratamientos durante 4 días, de la manera siguiente:

- Día 1 - USNTT6 (x1)
- Día 2 - 2.0 ATA por 2 horas (x2)
- Día 3 - 2.0 ATA por 2 horas (X1)
- Día 4 - 2.0 ATA por 2 horas (X1)

El paciente experimentó un total alivio de los síntomas con excepción de un leve mareo residual. Se le informó que eso podría desaparecer con el tiempo. Antes de ser dado de alta, se indicó una resonancia magnética que no mostró hallazgos anormales. Se le indicó al paciente hacer una serie de ejercicios de terapia física en casa y se programó una consulta de seguimiento para una semana después.

En una llamada telefónica de seguimiento hecha por DAN una semana después, se supo que el buzo aún presentaba leves mareos, pero que “iban mejorando cada día;” sin embargo, reportó que estaba empezando a preocuparse por su visión y estaba presentando problemas al enfocar su vista y que sentía mareos después de girar la cabeza rápidamente de derecha a izquierda. En una segunda llamada de seguimiento dos semanas después, se confirmó que un médico había revisado su visión sin detectar problemas y que su visión y mareos continuaron mejorando a diario. En la tercera llamada de seguimiento tres semanas después de su alta, se supo que el buzo aún no se había recuperado completamente, pero que estaba “normal a un 95%.” Después de esto, se perdió el contacto con el paciente para su seguimiento.

Si bien distinguir entre una IEDCS y un IEBT es quizá el problema que más caracteriza a un médico de buceo, la falta de evidencia clínica y otoscópica de un IEBT, la ausencia de dificultad para equalizar junto con un significativo estrés de descompresión y la aparición de un síntoma dos horas y media después de salir a la superficie se consideraron grandes indicadores de IEDCS. Siendo esto un diagnóstico clínico, el médico HBO que atendió al paciente estuvo de acuerdo con la evaluación e indicó una terapia de recompresión con resultados exitosos.

En este caso destacan dos cosas.

- 1) No es raro que el personal de DAN tenga que convencer al personal de servicios de emergencia o médicos de salas de emergencia para que consideren la administración de alto FiO₂ a pesar de que existan registros normales de SAT en el aire ambiental. Es importante recordarles que esto no se hace para revertir una hipoxia, sino para expulsar el gas inerte residual.
- 2) La IEDCS es una manifestación grave de enfermedad por descompresión que a menudo requiere de varios tratamientos. La convalecencia podría ser larga y posiblemente no se logre una recuperación total. Una recuperación incompleta de lesión del oído interno podría influir negativamente en la vida del buzo.

Preguntas Frecuentes

Las siguientes son preguntas que se le hacen a DAN frecuentemente.

¿Con qué frecuencia debemos limpiar nuestro sistema hiperbárico a calidad de oxígeno?

Para responder esta pregunta, primero tenemos que saber qué se considera como el nivel de enriquecimiento de oxígeno al cual se requiere limpieza a calidad de oxígeno desde la perspectiva de la seguridad.

Existen muchos puntos de vista diferentes a este respecto. Sin embargo, el consenso 'generalmente aceptado' o límite 'ASTM' es 25%, que no se debe confundir con el límite de funcionamiento seguro en una cámara llenada con aire de 23,5%.

El aspecto importante aquí es que la presión de los gases en los sistemas de compresión y entrega de gas pueden exceder fácilmente 125 psi (0.86 MPa), que es el límite al cual se pueden usar válvulas esféricas en sistemas de oxígeno. Esto transmite un claro mensaje: necesitamos sistemas que no contengan combustible de ningún tipo para poder evitar incendios catastróficos.

Todos los sistemas de gas que porten una mezcla enriquecida de oxígeno a más de 25% por volumen, deben, en consecuencia, considerarse como sistemas de oxígeno.



Equipos de limpieza a calidad de oxígeno

Esto significa que en ninguna parte de la sistema deben estar presentes hidrocarburos (en particular aceite), polvo, partículas o ninguna otra fuente posible de combustible.

¿Entonces, cuál es la frecuencia de limpieza de un sistema de oxígeno? Las buenas prácticas en esta área establecen que la limpieza a calidad de oxígeno debe hacerse en cualquier sistema de gas enriquecido con oxígeno:

- (1) Antes de poner en servicio el sistema por primera vez;
- (2) Siempre que se produzca o se sospeche de cualquier tipo de contaminación (como cuando se emplean líquidos o lubricantes no permitidos e incluso aire lubricado con aceite);

- (3) Siempre que una línea (tubería, manguera o componente) se abra sin manipularse según prácticas de calidad de oxígeno;
- (4) Siempre que se monte una pieza de recambio, un elemento nuevo del equipo que no esté certificado como de calidad de oxígeno;
- (5) Siempre que se desmonte un sistema, se le dé mantenimiento o se recondicione;
- (6) Siempre que se hagan soldaduras en cualquier tubería o
- (7) Siempre que se realice cualquier tipo de trabajo no autorizado en cualquier parte del sistema;

Si no se realizaran ninguna de estas actividades, entonces el sistema se debe dejar intacto y no se requerirán limpiezas periódicas. De hecho, dado que los sistemas de tuberías pueden ser complejos, si todas las piezas se limpian debidamente antes del primer funcionamiento, es posible que podamos contaminarlo en lugar de limpiarlo de manera eficaz.

En caso de que se requirieran reparaciones, mantenimientos, modificaciones, sustituciones de componentes o desmontajes de sistemas, recuerde trabajar de manera limpia para mantener la integridad de limpieza a calidad de oxígeno en todo momento.

Queda otra preocupación: ¿Qué pasa cuando cambiamos de oxígeno a aire y de nuevo de aire a oxígeno en nuestros sistemas de respiración? El compresor de aire, lubricado con aceite, no estará libre de aceite a menos que se filtre específicamente esta impureza inflamable. El límite de pureza de aire en relación con el aceite es $\leq 0,1 \text{ mg/m}^3$.

Si no está seguro de la calidad de su aire, tome una muestra inmediatamente después del uso y preferiblemente antes de volver a introducir oxígeno en el sistema. Esto podría contaminar su sistema de tuberías a partir del punto donde el aire entre en las líneas de oxígeno hasta el dispositivo de respiración.

En una edición futura de este boletín, publicaremos una lista de preguntas frecuentes sobre cómo realizar limpieza a calidad de oxígeno.