

BOLETÍN DEL RCN

Boletín de la Red de Cámaras de Recompresión de DAN

CONTENIDO:

- 2** CARTA DE BIENVENIDA DE RCN
Francois Burman y el equipo de DAN RCN
- 3** EL USO DEL HELIOX EN EL TRATAMIENTO DE BUCEADORES ACCIDENTADOS
Dr. Jacek Kot
- 7** CÁMARAS DE RECOMPRESIÓN Y EMERGENCIAS DE BUCEO EN ISLANDIA
Dr. Leonardo Giampaoli
- 10** EMBOLISMO ARTERIAL GASEOSO EN GALÁPAGOS
Dr. Gabriel Idrovo
- 11** CÁMARAS REMOTAS: FERNANDO DE NORONHA
Dr. Eduardo Vinhaes
- 13** ¿ESTO ES UNA ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN? CASO DE ESTUDIO EN COZUMEL
Dr. Dario Gomez
- 15** OPORTUNIDADES DE EDUCACIÓN Y PRENDIZAJE A DISTANCIA PARA OPERADORES DE CÁMARAS, TÉCNICOS, Y MÉDICOS
Sheryl Shea, RN
- 17** CALIBRACIÓN DE ANALIZADORES DE GAS PARA EL TRATAMIENTO DE BUCEADORES ACCIDENTADOS
Francois Burman, PE
- 20** PREGUNTAS FRECUENTES
- 22** SOBRE LOS AUTORES
- 23** CONTACTO

CARTA DE BIENVENIDA DE RCN

El equipo de DAN se complace en compartir con usted nuestro 7.º boletín. En esta edición, le traemos contribuciones de 7 países diferentes alrededor del mundo del buceo.

Ahora estamos en el año 3 de COVID, el turismo de buceo sigue siendo un desafío y nuestra red de cámaras todavía se ocupa de una cantidad muy reducida de accidentes de buceo. De hecho, hay varias cámaras remotas que han permanecido cerradas durante todo este período.

Los desafíos que algunos de ustedes enfrentan ahora son la escasez de personal, la degradación de las habilidades y los problemas de mantenimiento debido a la falta de flujo de dinero. Esperamos que una vez que se levanten las restricciones, los buceadores de todo el mundo estén ansiosos por volver a sus destinos de buceo favoritos.

Esta edición presenta el segundo artículo de la serie de tablas de tratamiento, esta vez escrito específicamente para nosotros por un colega polaco que tiene una excelente experiencia en la utilización de estas modalidades.

Tenemos dos regiones de buceo únicas para destacar, a saber, Islandia y la isla brasileña de Fernando de Noronha. Esto es parte de nuestro objetivo de resaltar lugares de buceo diferentes y, a menudo, únicos.

En los últimos años, hemos visto la introducción de una avalancha de cámaras hiperbáricas para problemas de salud y, en algunos casos, publicidad de tratamientos para accidentes de buceo. Tenga en cuenta que todas las tablas de tratamiento de buceo que se siguen actualmente en nuestra industria se han investigado exhaustivamente en el tratamiento de accidentes de buceo durante muchos años, y se ha probado y demostrado su eficacia. La presión y las unidades de dosificación adecuadas de oxígeno son clave para garantizar buenos resultados. El tratamiento a presiones inferiores a 1,8 ATA no ha demostrado ser eficaz en el manejo de casos de enfermedad por descompresión.

Finalmente, para aquellos de ustedes que estén interesados en publicaciones útiles y relevantes, [Workman Hyperbaric Safety, A Practical Guide \(2nd Edition\)](#) ahora está disponible a través de Best Publishing, tanto en formato impreso como electrónico. Hay interesantes artículos, pautas y consejos presentados por expertos hiperbáricos de todo el mundo.

Mientras algunos de ustedes comienzan con la preparación para la probable fase posterior a la pandemia, recuerden que estamos aquí para ayudarlos. Comuníquese con nosotros con sus preguntas y necesidades de orientación, asesoramiento y apoyo. Puede enviarnos un correo electrónico directamente a rcn@dan.org.

- Francois Burman y el equipo de DAN RCN

El uso de heliox en el tratamiento de buzos accidentados

DR. JACEK KOT

El tratamiento de recompresión se usa de forma rutinaria para cualquier trastorno de burbujas de gas. En el mundo del buceo, esto significa enfermedad disbárica (ED, o DCI en inglés), que describe tanto la enfermedad por descompresión (EDC, o DCS en inglés) como la embolia arterial gaseosa (EAG, o AGE en inglés), generalmente debido a barotrauma pulmonar (BTP) de ascenso. Fuera de las operaciones de buceo, se utiliza un tratamiento similar para los EAG iatrogénicos creados involuntariamente durante procedimientos médicos invasivos (coronarografía, cirugía cardíaca o neurocirugía, biopsia pulmonar, etc.)

Los tratamientos de recompresión dependen de varios factores. La más importante es la presión, ya que disminuye el tamaño de las burbujas de gas. Al mismo tiempo, permite aumentar la presión parcial de los gases de tratamiento, oxígeno y helio. La reducción del radio de la burbuja disminuye los síntomas en caso de burbujas extravasculares (p. ej., en las articulaciones o la piel) o desplaza las burbujas intravasculares hacia vasos más pequeños. Además, al disminuir el radio, también disminuye la superficie de la burbuja. Esto es de gran importancia, ya que la inducción de reacciones inflamatorias y la coagulación intravascular depende del área de contacto, tanto con las células sanguíneas (p. ej., plaquetas) como con el endotelio, la membrana interna de los vasos sanguíneos. Matemáticamente, la relación entre el volumen de la burbuja de gas y su radio no es lineal - $V = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$, lo que significa que al duplicar la presión se reduce el volumen a la mitad.

Aún así, el radio se reduce solo en $1/3$ (al 80% de su valor inicial). Entonces, para reducir el radio a la mitad, se debe aumentar la presión seis veces ($6 \cdot P$). En base a esos cálculos, en el pasado se utilizaban tablas de tratamiento de alta presión o profundidad, principalmente con aire comprimido, seguidas de largas descompresiones.

De hecho, el tiempo, el segundo factor del tratamiento de recompresión, es necesario para difundir los gases desde el interior de las burbujas de gas hacia los tejidos circundantes y los pulmones (como efecto terapéutico mínimo) y la resolución de los síntomas (como efecto terapéutico máximo). Hoy en día, el tiempo más corto de tratamiento de recompresión es de 2 horas y 15 minutos (p. ej., US Navy TT 5), hasta 36 horas para el tratamiento de saturación de aire comprimido a 2,8 ATA (p. ej., US Navy TT 7), o incluso más para el tratamiento de saturación con heliox a 225 fsw (p. ej., US Navy TT 8).

No cabe duda hoy en día de que el factor más esencial del tratamiento de recompresión es el oxígeno. Respirar oxígeno hiperbárico (HBO2) a presiones parciales superiores a 1,0 ATA, generalmente de 1,9 ATA a 3,0 ATA, durante el tratamiento de recompresión mejora la eliminación de gases inertes de los tejidos y las burbujas de gas. Además, el HBO2 ejerce un efecto antiinflamatorio al disminuir las reacciones celulares y endoteliales inducidas por las burbujas



El color del oxígeno era azul en Polonia

de gas. Por lo tanto, HBO₂ se usa para la terapia de recompresión inicial y los tratamientos posteriores si los síntomas de EDC persisten después de la primera sesión. Durante extensos experimentos realizados después de la Segunda Guerra Mundial, se encontró que la presión parcial óptima de oxígeno para el tratamiento con EDC es de 2,8 ATA (18 msw). Desde entonces, tales presiones parciales de oxígeno se han utilizado en muchos esquemas de recompresión, incluidos US Navy TT5, US Navy TT6, Comex Cx18, Royal Navy 61, Royal Navy 62 o 'Catalina' Table.

Por otra parte, el uso de presiones parciales de oxígeno altas o respirar oxígeno a presiones parciales elevadas durante demasiado tiempo puede inducir a toxicidad por oxígeno, ya sea cerebral, pulmonar o ambas, en el peor de los casos, o un estrés oxidativo fuerte en el mejor de los casos. Esto último puede agravar la llamada lesión por isquemia/reperfusión, que se produce cuando los tejidos isquémicos recuperan repentinamente un flujo sanguíneo con alto contenido de oxígeno.

Además, como gas regular, el oxígeno por sí mismo también juega un papel en el volumen de las burbujas de gas. De hecho, hubo algunos informes de deterioros iniciales que pueden ocurrir justo después de la compresión durante el primer tratamiento hiperbárico de ED, con una de las explicaciones plausibles de oxígeno que ingresa a las burbujas de gas aumentando temporalmente su tamaño.

La conexión de presiones ambientales más altas y presiones parciales de oxígeno relativamente más bajas también se usa a veces en la terapia de recompresión; por ejemplo, USN TT6A podría usarse con aire, nitrox (50 % de oxígeno/50 % de nitrógeno) o heliox (50 % de oxígeno/50 % de helio) a la presión terapéutica más alta de 6 ATA, seguida de respiración de oxígeno a ambas etapas a 2,8 ATA y 1.8 ATA.

Los efectos positivos de las mezclas de respiración a base de helio para el tratamiento de recompresión después de inmersiones con aire ya se habían informado en las décadas de 1980 y 1990. Desde entonces, hubo solo un estudio prospectivo, aleatorizado y doble ciego que comparó heliox 50/50 con oxígeno al 100 % a 2,8 ATA. Este estudio informó que en el grupo de heliox, el 36% de los casos requirieron múltiples recompresiones (más de 2). Al mismo tiempo, en el grupo control el 64% de los casos requirieron de múltiples recompresiones. Una serie de experimentos con animales mostró que el cambio isobárico de mezcla respiratoria de aire (21 % de oxígeno/79 % de nitrógeno) a heliox (21 % de oxígeno/79 % de helio) a presiones de 2,8 ATA y 5,0 ATA mejora la tasa de reducción de volumen de las burbujas.

Algunos centros hiperbáricos usan heliox en la terapia de recompresión de manera rutinaria, pero la mayoría no lo hace debido al alto costo de este gas, la necesidad de almacenamiento separado y la capacitación necesaria del personal. Las guías internacionales más actuales permiten el uso de esquemas de recompresión con heliox, pero no con una recomendación fuerte. Por ejemplo, la Asociación de Enfermeras y Técnicos Hiperbáricos (HTNA, por sus siglas en inglés) dice que "el uso de recompresiones profundas con heliox es relativamente débil. No puede y no debe considerarse un 'estándar de tratamiento'", "Puede estar indicado para ED neurológica grave cuando el uso de oxígeno no tuvo éxito O cuando la presentación inicial es grave O cuando el caso se deteriora rápidamente". Además, el Comité Europeo de Medicina Hiperbárica (ECHM) deja la decisión final en manos del centro médico tratante y recomienda "tablas de terapia de recompresión/HBOT (USN T6 o Heliox Cx30 o equivalente) para el tratamiento inicial de la ED (recomendación fuerte, nivel de evidencia bajo)". Además, "sugieren el uso lidocaína y de tablas de recompresión con Heliox para ED neurológico

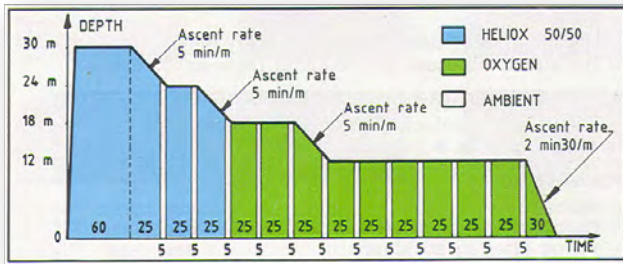


Tabla Comex Cx30

grave (recomendación estándar, nivel de evidencia bajo)".

Si un centro médico hiperbárico decide utilizar heliox para la recompresión, se debe realizar una evaluación de riesgos adicional. Esto se refiere a la cantidad y la pureza del suministro de mezcla de gases al BIBS (máscara de tratamiento) durante todo el esquema de recompresión, la calibración de los medidores de flujo y el uso de ventiladores mecánicos preparados para helio para el tratamiento de cuidados intensivos.

Desde la década de 1990, hemos estado utilizando una tabla de recompresión Comex Cx30 con heliox 50 % de oxígeno / 50 % de helio para el tratamiento de la enfermedad por descompresión de la médula espinal más graves y la embolia gaseosa arterial cardíaca o cerebral iatrogénica. La decisión de utilizar la US Navy Table 6, con extensiones de oxígeno cuando sea necesario, o Comex Cx30 con heliox se deja al médico tratante. En algunos casos, este es el tratamiento hiperbárico inicial, pero a veces es la segunda opción cuando la primera recompresión no tuvo resultados satisfactorios.

Entre algunos otros casos, tratamos a un buzo técnico recreativo ucraniano de 40 años que se sumergió a 75 msw usando trimix 15% O₂, 40% He y remanente de N₂. Después de 15 minutos de tiempo de fondo, inició un ascenso hasta la primera parada de descompresión a 59 msw. Continuó la descompresión según lo programado hasta 22 msw, donde debería haber cambiado a nitrox 50% O₂ / 50% N₂. Debido a la falla de un

regulador y al pánico abrumador, salió a la superficie omitiendo más de 30 minutos de descompresión obligatoria. En la superficie, el buzo manifestó síntomas neurológicos de EDC espinal a los 30 minutos, con debilidad de ambas piernas y extremidades superiores. Durante las siguientes 2,5 horas, fue transportado a Kiev, donde perdió el conocimiento al orinar y convulsionó. Después de recuperar el conocimiento, lo colocaron en una cámara hiperbárica local (no médica) y lo comprimieron a 8 ATA (70 MSW) en aire; después de 3-5 min, la descompresión comenzó a 4 ATA (30 MSW), pero los síntomas de EDC espinal empeoraron (debilidad progresiva de ambas piernas hasta paraplejía total con parálisis de la vejiga urinaria). Mientras aún estaba en la cámara, fue (re)comprimido nuevamente a 8 ATA (70 MSW) con la subsiguiente descompresión de aire de larga duración; se desconocen los detalles de la descompresión, pero lo más probable es que fuera una de las antiguas tablas de aire de recompresión rusas. Mientras tanto, el compañero del buzo, que era un buzo técnico polaco, se puso en contacto directamente con DAN Europe Polska, que era operado por nuestro Centro Nacional de Medicina Hiperbárica en Gdynia, Polonia. El consejo fue detener la descompresión a 2,8 ATA (18 MSW) y continuar el 'tratamiento' de acuerdo con la Tabla 6 de la Marina de los EE. UU. con oxígeno. Después de la sesión, el buzo permaneció consciente, pero persistió una paraplejía completa. Sobre la base de un acuerdo internacional entre los consulados de Polonia y Ucrania, el paciente fue trasladado en ambulancia por carretera a nuestro Centro. Empezamos Comex Cx30 con heliox 50% O₂ / 50% He.

Además, el paciente fue monitoreado y rehidratado en consecuencia; también recibió fármacos como tratamiento adyuvante de la EDC espinal (metilprednisolona [Solu-Medrol], lignocaína, heparina de bajo peso molecular, enoxaparina natrium [Clexane], antioxidante Acidum ascorbicum [Vitamina C] y pantoprazol [Controloc]

como prevención de las úlceras gastroduodenales inducida por esteroides). Después del Comex Cx30, hubo una mejora significativa del estado clínico con recuperación parcial de la fuerza muscular de ambas piernas. Posteriormente, recibió 13 sesiones estándar de HBO (70 minutos a 2,5 ATA) una vez al día con una mejoría gradual. En rehabilitación adicional, participó en las 18 sesiones adicionales de HBO estándar (como se indicó anteriormente) y completó el tratamiento caminando sin asistencia. Sus funciones fisiológicas de orinar y defecar se restauraron parcialmente en los meses siguientes, pero las funciones sexuales no se recuperaron incluso después de años de seguimiento.



Cámara de recompresión del Instituto

Recompresión y Emergencias de Buceo en Islandia

DR. LEONARDO GIAMPAOLI

Dentro del Círculo Polar Ártico en el Océano Atlántico Norte entre las placas continentales americana y euroasiática, Islandia, conocida como "La tierra del fuego y el hielo", es un lugar de ensueño para los buceadores que desean experimentar cualquier cosa, desde áreas geotérmicas subacuáticas hasta buceo bajo el hielo. Con una superficie terrestre de aproximadamente 103.000 km², el 14% de su superficie está cubierta por glaciares y lagos, masas terrestres oceánicas subpolares y tundra.



Islandia

(Foto por: Laura López; Buceador: Thomas Gov)

29 sitios de buceo recreativo están ubicados en todo el país que incluyen buceo desde embarcaciones, desde tierra y en el interior en agua dulce. Están registrados en la Asociación de Buceo Deportivo de Islandia (Sportkafararfélag Ísland), y hay muchos otros sitios de buceo populares utilizados por buzos locales y la industria del turismo. El sitio de buceo más popular es Silfra, con aguas cristalinas de glaciares que corren entre las placas continentales, que es visitado

diariamente por decenas de buceadores. Los buzos técnicos, SCR/CCR (rebreathers de circuito cerrado y semicerrado) constituyen una pequeña parte del buceo "recreativo". Hay alguna actividad de buceo comercial dentro del sector privado. Las actividades de buceo profesional importantes incluyen operaciones de buceo tácticas, de rescate y de seguridad pública realizadas por la Guardia Costera de Islandia (Landhelgisgæsla Íslands), el Departamento de Bomberos (Slökkvilið) y los equipos de buceo de la Policía (Lögreglan).

Islandia tiene una cámara hiperbárica multiplaza disponible las 24 horas del día, los 7 días de la semana para emergencias de buceo y está ubicada en el Departamento de Medicina Hiperbárica y de Buceo del Hospital Universitario Nacional de Islandia (Landspítali) en Reykjavík. El hospital cuenta con instalaciones de atención avanzada, que incluyen una sala de urgencias y traumatismos, una unidad de cuidados intensivos, cirugía y radiología con tomografía computarizada y resonancia magnética, que se encuentran en el mismo edificio que la cámara hiperbárica. Esto permite una atención integrada al paciente junto con otras especialidades médicas, como cuidados intensivos, pediatría, anestesiología, etc. El hospital atiende anualmente a 110.000 pacientes con aproximadamente 700 camas, apoyado por 6.000 empleados y 2.000 estudiantes.



Cámara Hiperbárica, Landspítali

El Departamento de Medicina Hiperbárica y de Buceo funciona las 24 horas del día, los 365 días del año de forma ininterrumpida desde 1993, contando con un personal altamente calificado y especializado en medicina hiperbárica y de buceo, incluyendo médicos, enfermeras, técnicos y personal administrativo.

El equipo incluye una cámara de recompresión multiplaza, modificada para HBOT (Oxigenoterapia Hiperbárica) clínica, capaz de recomprimir hasta una profundidad operativa de 55 MSW* (180 pies*). Tiene capacidad para 7 pacientes no críticos sentados o 1 paciente crítico en una cama junto con 2 pacientes no críticos a la vez.

Esto se puede configurar para un máximo de 2 pacientes críticos en camas si fuese necesario. Tiene la capacidad para cuidados intensivos y procedimientos quirúrgicos o médicos de emergencia.

El sistema especial de gases con suministro de Nitrox y Heliox en diferentes concentraciones le permite realizar diversas tablas de tratamiento, como la gama completa de las tablas



Departamento de Bomberos de Islandia
(buceador: Atli Fannar Jonsson)

Noruegas, US Navy y Comex junto con las tablas de aire estándar. Estas últimas cada vez más en desuso. Sin embargo, el personal y el departamento están preparados junto con la logística necesaria para realizar tratamientos tan complejos en circunstancias extremas cuando otras tablas no son una opción. La recompresión en el agua no se practica ni se recomienda en Islandia.

Redundancia es la palabra que describe a esta cámara y, en general, al departamento. Todo está pensado y diseñado para tener múltiples planes de respaldo para garantizar una operación ininterrumpida de calidad con un alto nivel de seguridad. Al ser el centro de referencia (y de hecho el único) para emergencias de buceo en el país y los lugares aledaños, la preparación para operar incluso en los escenarios más extremos es esencial. Esto incluye, por ejemplo, procedimientos operativos bajo tormentas de cenizas y gases volcánicos, escenarios CBRNE (químicos, biológicos, radiológicos, nucleares y explosivos) y víctimas masivas de buceo que necesiten recompresión.



Hospital Universitario Nacional de Islandia con helicóptero de rescate de guardacostas.
(Foto por: Mbl.is)

El idioma no es una dificultad, ya que dentro de la unidad hiperbárica, el personal puede cubrir más de 8 idiomas y si fuese necesario se puede acceder inmediatamente a un servicio de intérpretes competente proporcionado por el mismo hospital.

En caso de emergencia de buceo, el primer paso es activar la Línea Nacional de Emergencia llamando al 112, donde se activará un protocolo especial para este escenario, involucrando a las autoridades competentes. Según el tipo y la ubicación del accidente, los paramédicos de ambulancias de la Cruz Roja y los paramédicos del Departamento de Bomberos brindan atención prehospitalaria. En áreas remotas que requieran de un rescate, el helicóptero de la Guardia Costera tiene capacidad de ambulancia que incluirá a un médico durante el vuelo. Si el accidente ocurriese cerca de un hospital, el buzo será trasladado en ambulancia a la sala de emergencias más cercana para una evaluación primaria mientras se coordina el transporte a la cámara hiperbárica en ambulancia aérea.

El edificio de la cámara hiperbárica cuenta con helipuerto y se encuentra a 5 minutos del aeropuerto nacional en el caso de transporte en ambulancia de ala fija. En todos los casos, el paciente será evaluado primero en Urgencias donde el médico de buceo evaluará al paciente y establecerá el tratamiento de recompresión requerido. El departamento también está conectado las 24 horas del día directamente con el sistema de emergencia nacional por radio, lo que permite la evaluación remota entre el médico de buceo de guardia y las salas de emergencias de

otras ciudades del país, la Guardia Costera y las ambulancias de todo el país.

El departamento realiza tratamientos ambulatorios diarios siguiendo las indicaciones de las guías americanas y europeas, emitidas por UHMS y ECHM, junto con las recomendaciones de otros países como Noruega, Australia, Canadá y Reino Unido. Otros servicios, como los exámenes de aptitud para el buceo, las pruebas de buceo en la cámara, los recorridos por las instalaciones, las inmersiones secas, los talleres con conferencias y el asesoramiento en investigación son parte de las actividades diarias del departamento.

Las estadísticas de fatalidades y accidentes de buceo son confidenciales, sin embargo las prácticas de prevención y seguridad son muy sólidas en esta industria.

En el pasado, los accidentes de control de flotabilidad eran los más frecuentes, relacionados con el buceo con traje seco por buzos inexpertos. Sin embargo, se establecieron con éxito fuertes políticas de seguridad por parte de la industria del buceo y los Parques Nacionales, lo que llevó al cese inmediato de incidentes de esta naturaleza. La implementación de estas políticas es una buena demostración de cooperación y mitigación de riesgos.

***Abreviaturas**

MSW: Metros de agua salada.

FSW: Pies de agua salada.

CBRNE: Explosivos nucleares químicos biológicos radiológicos.

EMT: Técnico en Emergencias Médicas.

UHMS: Sociedad Médica Hiperbárica Submarina.

EUBS: Sociedad Europea de Baromedicina Submarina.

UK: Reino Unido.

Urgencias: Sala de Urgencias.

Tomografía computarizada: tomografía computarizada.

Resonancia magnética: resonancia magnética. Los números se redondean para una mejor representación.



Paciente en ventilador hiperbárico

Embolismo Arterial Gaseoso en Galápagos

DR. GABRIEL IDROVO

Fue el último de muchos días ocupados con marejadas y corrientes en las aguas abiertas alrededor del archipiélago de Galápagos en el Este del Pacífico. En el puente de mando de un enorme barco atunero ecuatoriano, el capitán fue llamado urgentemente desde la cubierta inferior. Uno de los buzos encargados de retirar delfines y tortugas marinas, atrapado accidentalmente en las redes de pesca gigantes, quedó paralizado después de una inmersión. De hecho, el suministro de aire de la cachimba del buzo de 34 años se cortó durante una maniobra, por lo que, después de una inmersión de 90 minutos, tuvo que realizar un ascenso de emergencia desde 25 msw. Seis minutos después de salir a la superficie, perdió fuerza muscular y sensibilidad en las extremidades inferiores. El capitán se comunicó de inmediato con nosotros en un esfuerzo por organizar una evacuación a nivel del mar por aire a nuestro centro médico hiperbárico en Puerto Ayora, Isla Santa Cruz, utilizando el helicóptero del barco.



Cámara de recompresión

Seis horas después, la víctima llegó a nuestra unidad. Estaba consciente pero se quejaba de un gran dolor en el tronco y cuatro extremidades, incapacidad para moverse desde el cuello hacia abajo y sin función sensorial desde el nivel del pezón hacia abajo.

El paciente presentaba retención urinaria indolora, desde antes del accidente. Con el diagnóstico inicial de EDC con probable GEA, se inició solución salina IV y se colocó un catéter urinario. Después de un USNTT6 extendido inicial, el dolor mejoró y el paciente pudo mover el brazo y la pierna derechos. Tras tratamientos hiperbáricos diarios (USNTT 5 y 9) y fisioterapia, el paciente recuperó progresivamente el movimiento y la coordinación de las extremidades, pudiendo levantarse solo tras el 5to tratamiento. Al día siguiente se retiró la sonda vesical. El paciente continuó mejorando, caminando mayores distancias con control total de esfínteres hasta su alta de la unidad diez días después. Salió sin ayuda.

Después de un período de observación, voló de regreso al continente, donde continuó con la terapia física. Una resonancia magnética cerebral mostró múltiples áreas de lesiones hipóxico-isquémicas difusas (encefalomalacia) en los lóbulos subcorticales frontal, parietal, periventricular y occipital. La última vez que supimos de él, estaba en muy buena forma física saltando la cuerda y corriendo, pero afirmó que la debilidad de su pierna izquierda regresaría si permanecía 48 horas sin entrenar los músculos.

Es probable que este paciente necesite mantener un programa de ejercicios de por vida o correr el riesgo de una recaída en los síntomas de la pierna izquierda.

Cámaras Remotas: Fernando de Noronha

DR. EDUARDO VINHAES

Ubicado a 550 km (340 millas) de la costa noreste de Brasil, el archipiélago Fernando de Noronha es uno de los lugares más populares para el buceo recreativo en el Atlántico Sur. Descubierta en 1503 por exploradores portugueses, el archipiélago está compuesto por 21 islas y rocas de diferentes tamaños, la isla principal homónima representa el 65% de su superficie total. Desde entonces, Noronha ha sido un lugar estratégico para la navegación entre América del Sur y África. Rico en historia, el archipiélago sufrió constantes invasiones de marineros ingleses, franceses y holandeses entre los siglos XVI y XVIII. En 1942, se convirtió en territorio federal brasileño y durante la Segunda Guerra Mundial, las Fuerzas Aéreas del Ejército de los Estados Unidos construyeron un aeropuerto para la ruta aérea Natal-Dakar. Esto proporcionó un enlace transoceánico entre Brasil y África Occidental, transportando personal y carga durante la campaña aliada en África.

Creado en 1988, el Parque Nacional Marítimo Fernando de Noronha abarca el 70% del área del archipiélago. Fue fundamental en la conservación de buena parte de su primitivo patrimonio natural, creando las condiciones para el desarrollo del turismo que actualmente es la principal fuente económica local. Con temperaturas del agua que rondan los 26°C (78,8°F) y una visibilidad de hasta 50 metros (164 pies), uno de los principales atractivos turísticos de Fernando de Noronha, sin duda, es el buceo recreativo.

Desde la instalación de la primera operación de buceo recreativo a mediados de la década de 1980, se han explorado varios sitios de buceo.

Actualmente hay 19 sitios abiertos a los buceadores, a profundidades que van desde los 12 a los 60 metros (40 a 196 pies). Las inmersiones se realizan principalmente desde botes de buceo dedicados proporcionados por operadores de buceo locales. Casi todas las inmersiones se realizan con aire comprimido, pero algunos operadores locales tienen instalaciones para bucear con otras mezclas de respiración, incluido trimix. Aunque no hay datos oficiales, se estima que se realizan entre 2.000 a 3.000 inmersiones al mes (datos hasta 2019), y entre los principales puntos de buceo locales, tenemos un pecio, el V 17 – Ipiranga, de la Marina de Brasil. corbeta que se hundió en 1983 y tiene casi 60 metros (196 pies) de profundidad.



Edificio de cámara dedicado a la izquierda

Con una intensa actividad de buceo, la posibilidad de que pudiera ocurrir un accidente de descompresión que involucre a buzos en Fernando de Noronha lógicamente ha sido considerada por los operadores de buceo locales durante mucho tiempo. Los hospitales locales pequeños suelen tener recursos limitados. En el caso eventual de un paciente más grave, la única opción de tratamiento definitivo suele ser el transporte aéreo al continente, un vuelo de 1 hora y 40 minutos. Cabe señalar que el aeropuerto local recibe pocos vuelos comerciales solo durante el día.

¿Cuál sería el mejor curso para un buzo accidentado con enfermedad descompresiva severa y deterioro neurológico significativo?

Volar casos de ED no tratados no es un curso de acción ideal. Exponer a estos pacientes a la altura antes de un tratamiento de recompresión inicial podría causar estrés descompresivo adicional, lo que podría empeorar la condición del paciente.

La respuesta inicial llegó a través de la Asociación Noronhense de Empresas de Buceo (ANEMA), una asociación formada por los primeros y principales operadores locales de buceo recreativo y que adquirió una cámara hiperbárica usada a mediados de la década de 2000. Tras varios años de esfuerzo para renovar e instalar el equipo, ANEMA inauguró oficialmente la unidad hiperbárica en 2016. Situada junto al pequeño hospital local, la unidad hiperbárica podía tratar a buceadores accidentados con indicación de recompresión, minimizando la necesidad de una evacuación aérea que pudiera ser más riesgosa y costosa.

Este loable esfuerzo de ANEMA ha sido acompañado y aplaudido por DAN. En 2016, DAN envió dos instructores voluntarios a Fernando de Noronha para capacitar al personal designado por ANEMA sobre el funcionamiento de la unidad hiperbárica. En esta ocasión también se presentó un protocolo a algunos de los médicos locales para facilitar y hacer más eficiente la evaluación de los buceadores accidentados, a la vez que se asegura el registro de los datos importantes de cada caso y la posterior comunicación con la Línea de Emergencia DAN. En última instancia, esto ayuda en el diagnóstico y la decisión sobre el mejor curso de acción para cada caso. El objetivo era instalar una cámara hiperbárica operativa en la isla y garantizar que los recursos médicos locales pudieran contar con el apoyo médico y logístico necesario para tratar a los buceadores heridos.

Sin embargo, seis años después de que el equipo se instalara con éxito, la unidad hiperbárica local aún no está en pleno funcionamiento debido a las limitaciones financieras con ANEMA y los desafíos

logísticos para asegurar el oxígeno y otros componentes esenciales desde el continente.

La correcta y segura instalación y mantenimiento de cámaras y sistemas hiperbáricos destinados al tratamiento de pacientes, incluidos buzos accidentados, es un proceso que requiere especial atención, mano de obra calificada y sólida administración. La necesidad de instalar dichos equipos en una ubicación remota con recursos y acceso muy limitados puede resultar un gran desafío y hacer que el proceso sea lento e impredecible. Además de las dificultades logísticas y operativas desde el punto de vista del equipamiento, aún existe la necesidad de garantizar el apoyo con información y la orientación a los profesionales sanitarios locales sobre cómo proceder en caso de ser necesaria la recompresión terapéutica.

Por lo tanto, es importante enfatizar que la existencia de una cámara hiperbárica instalada con éxito en un lugar remoto no es garantía de atención adecuada a un buceador accidentado. Buscar información con anticipación sobre el apoyo médico local y un juicio consciente previo sobre los riesgos que enfrentan los buzos en estos lugares es responsabilidad individual de cada buzo. Pero recuerda que siempre que lo necesites, ya sea que tengas una pregunta o busques ayuda en caso de un accidente de buceo, DAN estará ahí para ayudarte.



La cámara todavía está en perfectas condiciones.

¿Es esto una enfermedad por descompresión?

Caso de Estudio en Cozumel

DR. DARIO GOMEZ

Recuerdo que durante los primeros años de mi formación en medicina hiperbárica, un profesor decía: “cualquiera puede diagnosticar una enfermedad por descompresión, pero no todos pueden o quieren hacer un diagnóstico diferencial”. Estas palabras se han quedado conmigo a lo largo de mi carrera.

Algunos ejemplos de diagnóstico diferencial, como el vértigo, pueden indicar enfermedad por descompresión del oído interno o vestibular, donde se forman burbujas en el líquido perilinfático de la cóclea. Se deben considerar otras causas relacionadas con el buceo, ya que el tratamiento de recompresión puede hacer que algunas de estas condiciones empeoren. En particular, el barotrauma del oído interno sería una contraindicación para la recompresión, ya que se puede forzar más gas hacia la cóclea y causar más trauma. El vértigo alternobárico y el vértigo posicional paroxístico benigno deben diferenciarse de la enfermedad por descompresión por la historia. La embolia arterial gaseosa cerebral que afecta el mesencéfalo o el cerebelo también puede presentarse como enfermedad por descompresión del oído interno, pero recibe un tratamiento similar.

También debemos considerar el diagnóstico diferencial de los buzos debido al estrés del buceo, que puede exacerbar problemas médicos crónicos como enfermedades cardíacas. Otras patologías comunes incluyen dolor por una lesión musculoesquelética previa y un accidente

cerebrovascular, e hipoglucemia por alteración del estado mental. Otras preocupaciones incluyen ahogamiento o casi ahogamiento y estrés térmico.

En muchos casos, cuando nos encontramos con la presentación típica de EDC, se diagnostica y trata con buenos resultados, sin embargo, en algunos casos esto no es así. Incluso con presentaciones típicas, hay algunos con poca o ninguna respuesta al tratamiento. Sabemos que la EDC se presenta de varias maneras. A continuación se presentan algunos resúmenes de casos atípicos.



El Dr. Gómez supervisa un tratamiento

Primer caso

Buceador de 44 años de edad, por lo demás saludable. El paciente estaba buceando un día, dos inmersiones sin incidentes. Primera inmersión a 85 pies durante 35 min, intervalo de superficie 50 min, segunda inmersión a 68 pies durante 50 min. Dos horas después de su última inmersión presenta parestesias y dolor en miembros inferiores, por lo que solicita valoración en cámara hiperbárica local. Allí, le diagnosticaron deshidratación leve y EDC. Recibió un USNTT6 y dos USNTT9 en los días siguientes con poca mejoría. El paciente continuaba con dolor en miembros inferiores, aumento de parestesias, además de dificultad para la deambulaci3n. El paciente contact3 con nosotros para una segunda opini3n al tercer d3a de tratamiento ya que no mejoraba. Luego de platicar con 3l y con el medico tratante, sugerimos considerar otros diagn3sticos diferenciales, ya que

el paciente se estaba deteriorando. Se ordenaron estudios de laboratorio y resonancia magnética sin hallazgos. Al quinto día, el entumecimiento, el dolor y el hormigueo del paciente empeoraban. La paciente decidió darse de alta y acudir a otro centro donde le recomendamos una punción lumbar, la que dio como resultado un alto contenido proteico. Tras ese resultado, se ordenó una prueba de sangre específica para detectar el síndrome de Guillain-Barré, que confirmó este diagnóstico. El paciente todavía se está recuperando.

Segundo caso

Buceadora certificada de 18 años, sin antecedentes patológicos de relevancia. Llevada a nuestra sala de emergencias por cambios repentinos en el comportamiento. La paciente estaba en el hotel y comenzó a tener psicosis agudas. Después de la evaluación por psiquiatría, neurología y toxicología, un pariente por teléfono mencionó que estaba buceando esa mañana. Después de la evaluación, aparte de la fatiga, no se encontraron síntomas relacionados con el EDC. La tratamos con un USNTT6 y después del segundo período de oxígeno a 60 pies, los síntomas disminuyeron. La paciente permaneció dos días en observación y fue dada de alta asintomática, con solo algo de amnesia residual. Paciente completamente recuperado y no ha tenido otro episodio en los últimos 5 años. Continuó buceando.

Tercer Caso

Buceadora certificada de 29 años, sin antecedentes patológicos. La paciente presentó entumecimiento e incomodidad en las extremidades inferiores durante su ascenso desde una inmersión sin incidentes de 42 pies y 35 minutos. A su llegada, tenía una fuerza mínima en las extremidades inferiores y, aunque el perfil de buceo parecía poco provocativo, recibió un USNTT6 con dos extensiones a 60 pies y dos

extensiones a 60 pies y a 30 pies. Más tarde ese día, se prescribió un segunda tabla USNTT6 estándar. La condición de la paciente continuó deteriorándose cuando se dio cuenta de que no podía mover las piernas y se volvió parapléjica. El tratamiento hiperbárico continuó dos veces al día hasta completar 10 tratamientos con mejoría marginal diaria. Fue tratada durante diez días más para un total de 20 tratamientos. Intentamos descartar cualquier otra patología neurológica ya que el perfil de buceo no coincidía con la gravedad de los síntomas. Tomografía computarizada, resonancia magnética, punción lumbar, ecocardiograma sin hallazgos. La resonancia magnética de control en el día 15 mostró una lesión difusa en la médula espinal de T5 a T8. La paciente fue trasladada a su país de origen en ambulancia aérea con movilidad parcial de las extremidades inferiores y control de esfínteres, y ha seguido mejorando hasta la fecha.

Estos casos son buenos ejemplos. Uno con síntomas que se presentaban como EDC pero no lo eran, uno que no se presentaba como EDC pero sí lo era, y uno que era difícil de reconciliar la gravedad del mismo. La forma óptima de realizar diagnósticos mejora el uso de nuestras herramientas (básicas o avanzadas), mejora la comunicación con nuestros pacientes, proporciona un plan de tratamiento, mejora el pronóstico y puede ser útil para intervenciones preventivas. Para alcanzar estos objetivos, debemos comprender la relación de la utilidad clínica de las pruebas y el posible diagnóstico, y cómo implementar mejor los hallazgos en la práctica clínica. Todo esto es importante para cumplir con nuestro objetivo final, que es ayudar a nuestros pacientes a tener el mejor resultado posible.

Aprendizaje y educación a distancia: Oportunidades para Operadores de Cámara, Técnicos, y Médicos

SHERYL SHEA RN, CHT

La importancia de la capacitación y la educación para mantener las operaciones de la cámara hiperbárica seguras no puede ser exagerada. Simplemente tener una cámara hiperbárica que esté operativa, con todo el mantenimiento adecuado completado, no es suficiente. Es imperativo contar con operadores de cámara bien entrenados y con experiencia, asistentes internos y médicos que entiendan no solo los conceptos básicos de la enfermedad disbárica, sino también cómo para operar una cámara para tratarla. El cumplimiento de reglas y estándares no significa que uno esté listo para lidiar con las emergencias de pacientes y cámaras: ¡la comprensión es la clave!

Los operadores deben comprender por qué y cómo funcionan los varios sistemas de cámaras, y tener práctica no solo en su operación, sino en las formas en que las cosas pueden salir mal y cómo reaccionar. Esto solo se puede lograr a través de la capacitación práctica y la educación. Ese manual de seguridad que está en algún lugar cerca del panel de control con una lista de planes de acción de emergencia en su interior no será de ayuda cuando las cosas van mal si el operador, asistente, o el médico que enfrenta la emergencia nunca ha puesto un EAP en acción. Tener todos los sistemas mantenidos y actualizados no significa que pueda estar seguro de que el EAP tendrá éxito cuando sea necesario, o que todo el personal pueda reconocer una emergencia inminente y reaccionar con prontitud y eficacia.

Para muchos accidentes no hay una única causa clara, y suelen suceder sin aviso previo. Por lo general las fallas más importantes en la respuesta a un accidente son la falta de práctica de las respuestas de emergencia y la capacitación inadecuada.

Todas las cámaras deben practicar regularmente simulacros de emergencia, ofrecer capacitación inicial para todo el personal nuevo y capacitación de actualización para el personal regular y después de períodos de inactividad, como por ejemplo después de una pandemia.



Clase de seguridad hiperbárica RCAP

Se debe enfatizar las oportunidades de educación superior para aumentar el nivel de comprensión. – no sólo el "cómo" sino también el "por qué". Evitar accidentes en la cámara no es la única razón importante para hacer hincapié en la educación. Evitar el diagnóstico erróneo de una ED, reconocer las debilidades en el sistema, permitir que el personal eduque a los pacientes y responda adecuadamente sus preguntas, y alentar el interés y el orgullo del personal en su trabajo son solo algunas de las razones por las que la educación es esencial.

Sin embargo, acceder a oportunidades educativas externas puede ser difícil. La falta de tiempo, las ubicaciones remotas de las cámaras, la falta de recursos económicos y las pandemias pueden ser

solo algunas de las dificultades en el acceso a la educación. Esta es una de las pocas formas en que la pandemia ha ayudado: muchas fuentes educativas que antes solo estaban disponibles "en vivo" se convirtieron en cursos de presencia virtual durante el pandemia. Hay cursos tanto formales como informales, cortos y largos, además de artículos y seminarios en la web. Algunos son pagos, pero muchos no. Hemos intentado proporcionar una muestra de las ofertas de cursos virtuales aquí abajo, pero hay más por ahí si busca.

Aquí hay algunos enlaces útiles a organizaciones que ofrecen cursos de capacitación y publicaciones de personal hiperbárico.

[Colegio de Enfermeras Baromédicas \(BNA\)](#)

- Cursos de 1h sobre temas de OHB con créditos educativos (CEUs). USD 15 para no miembros; gratis para miembros.

[Cursos e-Learning de Divers Alert Network \(DAN\)](#)

- Essentials of Dive Medicine: un manual para médicos con interés en la medicina del buceo. Por favor, envíe un correo electrónico a rcn@dan.org y le enviaremos la invitación para que pueda acceder. El curso es gratis.
- [Fisiopatología del EDC](#), gratis.
- Teoría de la descompresión [e intercambio de gases](#), también es gratis.

[DAN Southern Africa e-Learning](#)

- [Curso de capacitación de asistentes y operadores de cámara](#). Este curso tiene un costo, pero puede estar disponible a través del RCAP para las cámaras como parte de los programas de capacitación subsidiados.

[Sociedad Europea Submarina y Baromédica \(EUBS\)](#)

- [Buenas Prácticas Clínicas en OHB](#), gratis.

[International ATMO online artículos CME](#)

- Gratis si no necesitas créditos educativos.
- [Cursos completos](#) tienen un costo.

[Junta Nacional de Tecnología Médica Hiperbárica y Medicina de Buceo, EE.UU. \(NBDHMT\)](#)

- [Hyperbaric Technologists \(CHT\)](#)
- [Hyperbaric Registered Nurse \(CHRN\)](#)
- [Continuing Education: DMT Recertification](#)

[Southern African Undersea and Hyperbaric Medicine Association \(SAUHMA\)](#)

- [Curso de Asistente de Cámara](#)
- [Curso de Operador de Cámara](#)
- [Capacitación Hiperbárica para Enfermeras](#)

[Publicaciones](#)

- [Guía de evaluación de riesgos de DAN para instalaciones de cámaras de recompresión](#), gratis
- [Seguridad de las instalaciones hiperbáricas: una guía práctica](#), 2ª edición Wilbur T. Workman, [Best Publishing](#)

Calibración del Analizador de gases para el Tratamiento de buzos accidentados

FRANCOIS BURMAN, PE

Una pregunta que a menudo se plantea durante cualquier forma de evaluación de seguridad o cumplimiento es si los analizadores de gas han sido calibrados o no. ¿Estos instrumentos realmente necesitan ser calibrados o solo necesitan ser revisados? Hay una variedad de opiniones sobre la forma correcta de hacerlo, dependiendo de los antecedentes de los operadores de la cámara. Los técnicos de soporte vital de buceo comercial necesitan controlar niveles muy bajos de oxígeno con un alto grado de precisión y garantizar que los niveles de dióxido de carbono se mantengan por debajo de los niveles equivalentes en superficie seguros. El equipo debe ser robusto y generalmente se necesita redundancia para garantizar que el entorno se mantenga en niveles exactos.

- Es posible que los operadores de cámaras de descompresión de superficie solo tengan que preocuparse por los niveles de oxígeno seguros en cuanto a la prevención de incendios y asegurarse de que el gas de descompresión sea realmente oxígeno.
- Los operadores militares pueden necesitar equipos extremadamente robustos, dependiendo de dónde desplieguen sus sistemas.
- Las instalaciones de recompresión para buceadores accidentados y las cámaras de oxigenoterapia hiperbárica tienen un conjunto diferente de criterios, ya que se trata de tratamientos médicos. Nos centraremos en este conjunto.

- Finalmente, las cámaras con fines científicos pueden necesitar niveles muy altos de precisión para su investigación, pero generalmente el equipo se alojará en entornos estables y bien protegidos.

Antes de discutir la forma adecuada de configurar analizadores de gas para el **tratamiento de recompresión de buceadores** accidentados, debemos aceptar que nuestro equipo puede ser diferente a lo que otros puede utilizar y algunas de las prácticas diferirán. No hay un enfoque único que deba adaptarse a todos aquí. Los analizadores que utilizan sensores de alta tecnología solo pueden requerir calibración anual, pero solo pueden ser calibrados usando gases de calibración específicos. Todo se reduce al riesgo de exposición al gas y al efecto que un resultado incorrecto puede tener en el paciente.

Discutiremos los dos tipos principales de analizadores de gas utilizados para cámaras de recompresión presurizadas con aire: analizadores de oxígeno y analizadores de dióxido de carbono.

El análisis de oxígeno se realiza para lograr dos objetivos. El primero de ellos es asegurarse de que las máscaras estén ajustadas para que el paciente reciba la mejor dosis posible y que no haya fugas excesivas en la cámara, lo que supone un riesgo de incendio muy real. El segundo es asegurarse de que el gas de tratamiento es lo que debe ser, ya sea oxígeno "100%" o la cantidad correcta en la mezcla de gas terapéutico que se está utilizando; digamos 50% para una tabla de tratamiento con mezcla de gases a 100 pies.

Las células que analizan el oxígeno generalmente no son precisas sobre el rango completo de cero a 100%. Como regla general, debe esperar que el analizador sea preciso dentro del $\pm 20\%$ del valor deseado.

Esto significa que ajustará el analizador (a menudo nos referimos a esto como “expansión”, o spanning, en inglés) usando aire al 21% y sería preciso dentro del $\pm 1\%$ de la lectura en el rango entre 16.8 y 25.2%. Recuerde que debemos mantener el ambiente de la cámara por debajo del 23,5%. La parte difícil aquí es qué gas usar: ¿cualquier cilindro de aire tal vez, el medio ambiente tal vez, algún flujo de gas de la cámara antes de comenzar el tratamiento? Nuestra opción es simplemente leer el aire atmosférico y asumir que su contenido de oxígeno es 21%. Leerá más adelante que esta no es necesariamente la mejor manera de hacer esto.

Luego, para el gas de tratamiento, simplemente necesitamos saber que es o no es lo que esperamos que sea.



Analizador de oxígeno moderno con capacidades de calibración de doble rango

Es una prueba de aprobación o reprobación donde el porcentaje real es menos importante.

Algunos analizadores permiten una “expansión” de doble rango: bajo significado alrededor del 21% y alto significado 50 – 100%.

Una consideración adicional y potencialmente importante aquí es el caudal real utilizado para abarcar el analizador. La forma de garantizar la consistencia, la precisión y el más alto grado de confianza es abarcar el analizador a la misma

velocidad de flujo que se utilizará durante todo el tratamiento. Esto implica que necesitamos tener un flujo a través de la unidad del sensor cuando la analizamos. Esto puede ser un desafío si la cámara no está configurada para ello.

Recuerde que deberá vigilar el medidor de flujo en todo momento para que pueda mantener un caudal constante a medida que cambia la presión.

Entonces, para resumir:

- Ajuste el analizador cada día usando aire antes de usarlo para proporcionar una línea de base para detectar cualquier fuga en la cámara: queremos mantener el ambiente con un porcentaje de oxígeno por debajo del 23.5% durante el tratamiento, y
- Compruebe que el gas de tratamiento sea lo que debe ser. Ciertamente puede “calibrar” el rango alto si el analizador tiene esta capacidad de rango dual.

No necesitamos poner a cero un analizador de oxígeno. Recuerde configurar sus alarmas altas y bajas una vez que haya ajustado su instrumento.

Y no, tampoco es necesario ajustar su lectura para la altitud. 21% sigue siendo la proporción de oxígeno a nitrógeno independientemente de la altitud (o profundidad).

La **calibración de un analizador de dióxido de carbono** es un poco más compleja.



Analizador multigas

La práctica de calibración correcta aquí es, en primer lugar, poner a cero el analizador utilizando cualquier gas que no tenga dióxido de carbono (como oxígeno, helio o nitrógeno). A continuación, configuramos el analizador a un valor conocido de dióxido de carbono, utilizando un gas de calibración que contiene una cantidad conocida de dióxido de carbono en el rango de donde espera (digamos 500 – 1000 ppmv) con el balance del gas de calibración siendo el gas que va a analizar (por lo que esto sería aire en nuestro caso).

Como antes, necesitamos usar el mismo flujo para la calibración que se utilizará mientras monitoreamos la atmósfera de la cámara y mantenerlo constante durante todo el tratamiento.

Dependiendo del manual del equipo, este proceso de calibración se realizaría todos los días antes del tratamiento. Sin embargo, los gases de calibración no son fáciles de conseguir y, para la recompresión en el aire, estamos más preocupados por mantener el valor equivalente de superficie de CO₂ por debajo del límite seguro en lugar de una gran precisión en la lectura. La precisión generalmente aceptada de estos instrumentos es del $\pm 2\%$ de la lectura.

El límite máximo seguro para los niveles de CO₂ es de 5.000 ppmv como equivalente de superficie. Esto significa que para un tratamiento 2.8 ATA, el nivel máximo de CO₂ en el gas de la cámara a medida que sale del sensor a la atmósfera fuera de la cámara es de $5,000 \div 2.8$ o 1,785 ppmv. Al contrario de lo que sucede con el analizador de oxígeno, la profundidad aquí sí juega un papel en la determinación de la cantidad de CO₂ que los pacientes y los pacientes pueden inhalar. Aquí lo importante no es la concentración sino la cantidad.

La forma generalmente aceptada es ajustar el analizador en el aire ambiente: tenga cuidado de evitar cualquier proximidad con personas o fuentes que generen CO₂, y use el nivel atmosférico estándar generalmente aceptado de 400 ppmv, a menos que tenga razones para sospechar que es más alto.



El caballo de batalla de muchas cámaras de recompresión

Deje cualquier puesta a cero del analizador para cuando hace un restablecimiento total del analizador restaurando la configuración original de fábrica o cuando el analizador sea reparado por un técnico profesional.

Recuerde que todos los analizadores de CO₂ tienen un periodo de precalentamiento, que puede ser de entre 30 segundos y varios minutos. Esto difiere según el modelo y fabricante.

Lo último para decir sobre los analizadores de CO₂ es que es muy importante asegurarse de que el sensor ventile a la atmósfera sin resistencia o contrapresión. Por lo tanto, si tiene una línea de detección y dos instrumentos, coloque la celda del analizador de oxígeno más cerca de la cámara y el sensor de CO₂ justo antes de que la línea desagote a la atmósfera.

En conclusión, no se necesitan valores absolutos para garantizar la calidad de los tratamientos de recompresión. El seguimiento de algunos pasos básicos utilizando instrumentos generalmente disponibles y económicos aseguran que las lecturas sean lo suficientemente precisas como para lograr un tratamiento seguro y efectivo. Si se está realizando un protocolo de investigación, o si se evalúa el CO₂ exhalado de un buceador, el proceso de calibración podría necesitar ser más preciso. La forma más fácil de distinguir entre la calibración y el ajuste o configuración es que calibramos contra una cantidad conocida (medida) del gas en cuestión mientras que ajustamos diariamente usando una cantidad esperada del gas a analizar.

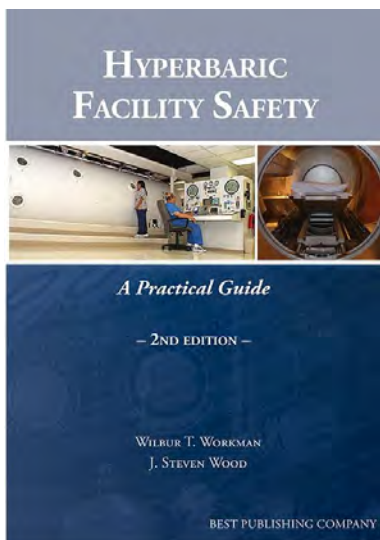
PREGUNTAS FRECUENTES

P: Nuestra unidad es nueva y tenemos muchas cosas en las que pensar. ¿Podría compartir con nosotros cuáles son las 10 cosas más importantes en las que debemos concentrarnos desde el punto de vista de la seguridad? Nuestro hospital ha pedido demostrar que tenemos una operación segura.

R: Esta es una pregunta muy válida y se ha hecho en varias ocasiones.

Si bien puede haber 100 cosas o más que incluso la instalación más básica deberá considerar, podemos priorizarlas en función de una puntuación obtenida de una herramienta de evaluación riesgos simple. Se trata de evaluar la frecuencia de exposición a un riesgo, la probabilidad de que un incidente pueda conducir a un accidente y cuáles podrían ser las consecuencias probables del mismo.

Utilizando evaluaciones reales de más de 150 instalaciones en todo el mundo, aquí están los 10 riesgos principales basados en su puntaje de riesgo. Es posible que se sorprenda por algunos de estos hallazgos.



Segunda edición del libro de referencia de Workman

1) Simulacros de seguridad no practicados: un plan de acción de emergencia puede fallar si no se lleva a cabo de manera rápida y correcta. Tratamos de evitar que ocurran accidentes, pero lamentablemente suceden.

2) No proporcionar al operador de una fuente de gas de respiración alternativa: recuerde que en caso de incendio o ambiente de cámara contaminado, tomará tiempo llevar la cámara a la superficie. El operador de la cámara debe tener acceso a una fuente de aire segura y no enriquecido con oxígeno durante este procedimiento.

3) Procedimientos operativos y médicos de emergencia no documentados: Recuerda que ¡si no está registrado, nunca sucedió! Registren los procedimientos. Incluso si tal vez no fueren del todo correctos, al menos estarás siguiendo algo.

4) Protocolo de mantenimiento ausente, inadecuado, o inapropiado: no puede esperar que no haya fallas en el equipo, que generalmente ocurren en un momento crítico, si uno no se ocupa de mantener adecuadamente las instalaciones.

5) Pruebas de fugas no realizadas: las fugas o pérdidas de oxígeno son un riesgo de incendio; las líneas de gas que van a los instrumentos pueden provocar una lectura errónea de estos medidores, ya sea la profundidad del tratamiento o mediciones inexactas del nivel de oxígeno en el entorno de la cámara.

6) Falta de análisis de suministro de aire o del control de calidad: la mayoría de los contaminantes en el gas respiratorio no tienen ni olor, ni color, ni sabor, ni sensación extraña. Es solo a través de un sistema de control de análisis y calidad del aire cuidadosamente considerado que puede estar más confiado de la seguridad del mismo.

7) Ausencia de filtros de partículas antes de los reguladores: la mayoría de las fallas de los reguladores de alta presión son causadas por la suciedad y las partículas que se alojan en la válvula reguladora. La presión no se mantendrá constante y el dispositivo de respiración fallará, o la válvula de seguridad del regulador explotará y probablemente causará que el operador entre en pánico.

8) Procedimientos operativos estándar no documentados: ¿cómo puede demostrar una operación efectiva y segura si todos confían en lo que creen que es mejor? Recuerda que lo que no está documentado tampoco existe.

9) Procedimientos de limpieza para oxígeno no implementados. Si bien la limpieza para oxígeno no es requerida de forma regular (excepto en caso de contaminación, sospecha de contaminación o falta de confianza en cómo se realizó) es necesario que tenga el conocimiento básico para cuando una limpieza para oxígeno sea requerida. Esto puede ser tan simple como un procedimiento para seleccionar y luego monitorear a un proveedor de servicios de limpieza externo.

10) Listas de verificación de los operadores inadecuadas o inexistentes: muchos 1) operadores se vuelven complacientes a medida que la conciencia del riesgo disminuye con el tiempo y cuando los procedimientos de puesta en marcha y cierre se vuelven demasiado familiares. Recuerde que el riesgo no cambia, es tan peligroso el primer día como lo es años después. Las listas de verificación documentadas y registradas, seguidas consistentemente y con total atención evitarán que ocurran la mayoría de los accidentes relacionados con el sistema.

Si bien algunos de estos pueden ser una sorpresa, todos estos tienen un impacto significativo en la seguridad de sus instalaciones. Ninguno de estos es difícil de poner en marcha, demostrar cuando se le solicita que lo haga, o presentar y defender en caso de un incidente.

Acerca de los autores

Dr. Jacek Kot (Polonia)

Jacek fue educado en la Universidad Médica de Gdansk y trabaja como especialista en buceo y medicina hiperbárica, así como profesor en el Centro Hiperbárico del Instituto de Medicina Marítima y Tropical en Gdynia, Polonia. Se calificó como un buceador recreativo avanzado cuando todavía era estudiante de medicina. Luego se unió a un grupo de investigación recién creado que analizaba la descompresión desaturación en nitrox, heliox y trimix, y poco después completó su entrenamiento en buceo técnico. Sus intereses profesionales incluyen el buceo a saturación, la descompresión prolongada después de inmersiones de rebote profundo, la OHB en pacientes críticamente enfermos y para las infecciones en tejidos blandos!

Dr. Leonardo Giampaoli (Islandia)

Leonardo es un médico Colombiano especializado en medicina hyperbaric y submarina. Su experiencia en buceo comenzó hace 24 años y se fusionó con su carrera médica a lo largo de los años. Su pasión por el conocimiento le ha llevado a complementar su experiencia en los campos de los sistemas de gas respiratorio de alta presión y como técnico de cámara hiperbárica certificado como inspector de cilindros de alta presión, servicio de oxígeno, oficial de seguridad, entre otros.

Actualmente trabaja como médico hiperbárico y de buceo, coordinador de capacitación y oficial de seguridad en el Departamento de Medicina Hiperbárica y de Buceo del Hospital Universitario Nacional de Islandia (Reikiavik). Ha sido miembro activo de la UHMS y EUBS desde 2016, y es el actual vicepresidente de la Asociación Colombiana de Medicina Hiperbárica y de Buceo. También es asesor ad honorem de la Armada de Colombia y diversas empresas de buceo comercial en temas de buceo en ambientes especiales, incluyendo buceo profundo en ubicaciones de gran altitud. Cuando no está trabajando pasa su tiempo buceando y enseñando sus especialidades de buceo favoritas: altitud y buceador en solitario, actualmente con un nivel de instrucción trimix, buceo en cuevas y recirculadores.

Dr. Gabriel Idrovo (Galapagos, Ecuador)

Gabriel es un médico ecuatoriano y completó su formación en medicina hiperbárica en París en 1993. Esto fue seguido por el curso UHMS en medicina de buceo en Seattle, Washington-EE. UU. Gabriel es un educador de medicina de buceo muy experimentado y ha sido instructor PADI durante 30 años. También es instructor de primeros auxilios de DAN. Ha sido el director médico de la única cámara de recompresión en Galápagos, en Puerto Ayora, desde 2001.

Dr. Eduardo Vinhaes (Brasil)

Eduardo Vinhaes es especialista en buceo y medicina hiperbárica. Buceador certificado desde 1982 con formación en buceo técnico, ha estado participando como médico y buceador en muchas expediciones de buceo en áreas remotas, incluido el buceo a gran altitud. (Lago Titicaca, Bolivia) y buceo en cuevas. Después de terminar las residencias médicas en cirugía general y torácica, recibió su formación en Medicina Hiperbárica de la Universidad de Campinas y actualmente es el coordinador del Curso de Postgrado en Medicina Hiperbárica en otra escuela de medicina tradicional (Santa Casa de São Paulo) en Brasil.

Acerca de los autores

Dr. Dario Gomez (México)

Darío Gómez un médico que ha centrado toda su vida profesional en torno al buceo y la medicina hiperbárica. Con un interés especial en la prevención, comprensión y mitigación de accidentes de buceo. Sus esfuerzos se han centrado no solo en el tratamiento de EDC y la medicina hiperbárica clínica, sino también en la educación de buceadores y personal médico. Con frecuencia participa como orador o profesor en cursos de medicina hiperbárica y de buceo, simposios y cursos de posgrado. Con sede en Cozumel, México, es el representante médico de DAN para la región.

Francois Burman, PE (Sudáfrica)

Francois es ingeniero profesional registrado y Vicepresidente de Servicios de Seguridad en Divers Alert Network, con sede en Durham, Carolina del Norte (EE. UU.). Es 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 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 con DAN desde 1996 y es muy activo en el apoyo a las cámaras de recompresión, especialmente a través de la educación y la formación.

Sheryl Shea, RN, CHT (México)

Sheryl es una enfermera especializada en medicina y tecnóloga hiperbárica que trabaja con el Departamento de Medicina de Divers Alert Network. Ha trabajado como operadora y asistente de cámara, ha entrenado a personal de cámaras hiperbáricas, trabajó durante muchos años en una tienda de buceo, y ha recibido una amplia capacitación en seguridad de instalaciones hiperbáricas. Ha realizado evaluaciones de seguridad de cámaras hiperbáricas y de desempeña como especialista para DAN en la materia, brindando información de recursos médicos de buceo, de cámaras hiperbáricas, y como staff de la línea de emergencias de DAN.

Información del Contacto

- Divers Alert Network +1-919-684-2948
- RCN Asistencia técnica y operativa rcn@dan.org
- DAN Recompression Chamber Assistance Program rcap@dan.org
- Preguntas médicas medic@dan.org
- Preguntas generales de seguridad en buceo riskmitigation@dan.org
- Portal de Seguridad Operativa en Cámaras Hiperbáricas [chamber-operational-safety](https://www.dan.org/chamber-operational-safety)