

Efectos del buceo técnico en el descanso

Introducción

Los tres pilares de la física del buceo son el principio de Arquímedes, la presión y las leyes de los gases. El primero explica el fenómeno de flotabilidad, el segundo la variación de la presión con la profundidad y el último el comportamiento de los gases al variar la presión (el volumen y la temperatura). Para este estudio publicado en el nº83 del Journal of Applied Physiology, nos interesa centrarnos en la presión y conocer que a mayor profundidad de inmersión, mayor será la presión que se ejerce en nuestro cuerpo, a razón de el doble a 10 metros de profundidad (2 atmósferas/bares), el triple a 20m (3 atm/bar), el cuadruple a 30m (4 atm/bar), etc, siempre medidas respecto a la presión superficial (1 atm/bar).

Descripción

Cuando buceadores o animales de experimentación son expuestos a alta presión, desarrollan el síndrome nervioso de alta presión (HPNS o high-pressure nervous syndrome). Este síndrome se produce con una presión superior a 1,0 MPa (1 megapascal, o 10 bares, equivalente a la presión ejercida por la columna de agua de mar a una profundidad de 100 metros) usando una mezcla compuesta por Helio-Oxígeno (He-O₂) para respirar, también denominada Heliox. Los signos y síntomas de HPNS, tales como náuseas, vómitos, temblor, mioclonías, el aumento de las ondas lentas y la rápida disminución de la actividad en el electroencefalograma (EEG), disminución en el rendimiento intelectual y psicomotor y trastornos del sueño, son factores que reducen la capacidad del buzo para trabajar a gran profundidad.

Numerosas inmersiones profundas realizadas por humanos, experimentos con animales, y estudios neurofarmacológicos se han llevado a cabo en un intento de dilucidar el origen y los mecanismos de este síndrome, y algunos métodos para luchar contra él ya han sido utilizados. Los métodos para prevenir el síndrome nervioso de alta presión incluyen la selección de los buzos, la aplicación de la compresión en los individuos de forma lenta, exponencial y por etapas, y el uso de gases narcóticos para antagonizar los efectos de la presión. Este último método ha sido ampliamente probado en seres humanos mediante el uso de aumento de la presión parcial del Nitrógeno (N₂). A pesar de que Bennett llegó a la conclusión de que la mezcla He-N₂-O₂ (también denominada Trimix) causa la supresión de HPNS, los datos de Rostain indicaron que la aportación de N₂ a la mezcla He-O₂ causa la supresión de sólo algunos de los síntomas conductuales de la HPNS pero que otros signos, tales como cambios en el electroencefalograma (EEG) son similares a las mezclas He-O₂. En el presente estudio, se han llevado a cabo investigaciones para estudiar los efectos del Trimix sobre trastornos del sueño analizadas previamente en mezclas Heliox.

Métodos

Para las pruebas de compresión en este estudio (someter a los buzos a presiones superiores a la presión atmosférica), no se realizarán inmersiones reales en agua, sino que serán realizadas en un entorno controlado, la denominada cámara hiperbárica. El principio terapéutico de la medicina hiperbárica reside en el incremento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos. La presión parcial de oxígeno alcanzable mediante ésta terapia es muy superior a la que se conseguiría respirando oxígeno puro en condiciones normobáricas (es decir, a presión atmosférica).

La compresión siempre se inició a las 14:00h y duró 38 horas (desde 0 a 450 metros). La presión parcial del oxígeno (PO₂) era de 0,4 bar. La humedad se mantuvo entre 50 y 70%, y la temperatura fue de 31 ± 1 ° C para mantener el confort térmico en un ambiente donde recordemos, será usado Helio (el buceo con Heliox produce en el buceador seis veces más frío que con el aire convencional).

Los buzos sometidos a estas pruebas fueron de la COMEX (Compagnie Maritime d'Expertise) y de la Marina Francesa. Pasaron un periodo de 5 días antes de la inmersión/compresión en la cámara hiperbárica, seguida inmediatamente por la compresión. Fueron seleccionados de entre los sujetos clasificados en los grupos en función de su susceptibilidad a el síndrome nervioso de alta presión (HPNS). Esta clasificación se basa en pruebas, que consisten en compresiones rápidas a 180 metros.

En total doce sujetos (edad media 32 ± 4 años) participaron en dos experimentos ('DRET 79/131' y 'ENTEX V'). Durante la 'DRET 79/131', la estancia a 450 metros duró 2 días. Durante 'ENTEX V', la estancia a 450 metros duró 12 días. La descompresión llevada a cabo con una presión parcial del O₂ de 0,5 bar duró 14 días.

Análisis neurofisiológico. La actividad EEG se midió utilizando electrodos. En todos los casos, los electrodos se adhieren al cuero cabelludo durante la duración de la inmersión y son implantados en las áreas frontales, zonas centrales, mediotemporales y occipitales del hemisferio derecho. Las grabaciones del electroencefalograma fueron realizadas con los individuos despiertos y varias veces al día. La prueba duró 10-15 minutos y se llevaron a cabo simultáneamente por todos los individuos durante la inmersión. Los datos, registrados en cinta magnética, fueron analizados por computadora para obtener el espectro de potencia, según el método descrito por Gourret.

Para el estudio del sueño, se fijaban electrodos cutáneos a cada lado de los ojos para registrar los movimientos oculares. La amplitud y la frecuencia de la respiración se registraron con termistores buconasales y con una correa abdominal equipada con un extensiómetro y electrodos para medir las variaciones de la capacidad torácica. Se midió la temperatura por la mañana y por la noche con termistores colocados bajo la lengua del sujeto.

Resultado del estudio

El principal objetivo de este estudio fue investigar los efectos de las mezclas de Helio-Oxígeno-Nitrógeno (He-O₂-N₂ o Trimix) sobre la calidad del sueño de los buzos expuestos a la presión de 4,5 MPa. (equivalente a la presión ejercida por la columna de agua de mar a una profundidad de 450 metros).

Los trastornos del sueño se produjeron durante el período de compresión, no pueden atribuirse a la novedad del factor ambiental, ya que cada sujeto dormía en la misma cama y en la misma cámara hiperbárica durante varias noches durante el periodo pre-inmersión, justo antes del inicio de la compresión. Durante la compresión, estas alteraciones consistieron en una disminución de la duración total del sueño y una ligera disminución de los períodos REM, especialmente en la segunda noche de la compresión.

Los trastornos se incrementan en la primera noche de la estancia a la compresión de 450m y una disminución de los períodos REM. Una mejoría progresiva se ha registrado desde la séptima noche de buceo pero una recuperación total no fue registrada hasta la descompresión. Estos datos han sido reportados previamente en estudios del sueño que han llevado a cabo durante las inmersiones con mezcla Helio-Oxígeno con compresiones de hasta 650m. Estos cambios estaban relacionados con los efectos de compresión y, más concretamente, a la velocidad de compresión, ya que los trastornos del sueño parecía ser de mayor intensidad durante la compresión rápida. Sin embargo, estos trabajadores también han sugerido que la composición de la mezcla de gases de respiración podría desempeñar un papel en la aparición de estos trastornos del sueño.

De hecho, el uso de la mezcla de gases He-N₂-O₂ modifica las características de la HPNS; por ejemplo, los síntomas neurológicos se reducen e incluso quedan suprimidos.

En este estudio, en el uso de la mezcla He-O₂-N₂ con un 4,8% de N₂ induce trastornos del sueño que eran análogas a los resultados obtenidos en el mismo rango de presiones que con la mezcla He-O₂. Además, la leve mejoría de los trastornos del sueño registrada en la séptima noche de la estancia en nuestro experimento han sido reportados también en los experimentos previos con He-O₂ a presiones de 3 o 4 MPa, en consecuencia, no puede atribuirse a la mezcla He-N₂-O₂.

Estudios anteriores han examinado la posible función de los parámetros ambientales tales como la temperatura. Sus autores concluyen que la ausencia de variación importante en la temperatura del cuerpo sugiere que la temperatura era correcta y el confort térmico se ha respetado. Sin embargo, una incomodidad térmica debe tenerse en cuenta en los trastornos del sueño.

La presión parcial del oxígeno también se ha considerado, ya que fue mayor que en el aire atmosférico (400-500 mbar en lugar de 210 mbar), no parece afectar a la tranquilidad en nuestras condiciones experimentales, como se informó anteriormente (22, 28), ya que los valores de la PO₂ fueron utilizados durante el control pre-inmersión. Por último, la grabación de la respiración (frecuencia y amplitud) no muestran anomalías que pueden explicar los cambios de sueño.

Estas observaciones confirman que los diferentes trastornos de la organización del sueño constituyen otro de los síntomas HPNS y el resultado de los cambios en el funcionamiento del sistema nervioso y de sus mecanismos bioquímicos. Los trastornos del sueño probablemente están relacionados con la interrupción de procesos neuroquímicos implicados en la inducción y la regulación del sueño y son inducidos más por la presión que por la mezcla de gases.

Los recientes resultados obtenidos de los estudios neuroquímicos realizados bajo condiciones de presión indicó que varios neurotransmisores parecen ser el objetivo de la presión, tales como los aminoácidos y neurotransmisiones monoaminas. Algunos experimentos realizados con mezclas de gases diferentes en animales no muestran importantes aumentos registrados en algunos neurotransmisores como la dopamina, lo que indica que la composición de la mezcla de gases no jugó un papel en estos cambios.

En consecuencia, las perturbaciones del sueño registradas en mezclas He-O₂ se encuentran de nuevo en mezclas He-N₂-O₂. La adición de un 4,8% de N₂ en la respiración, no contrarresta el efecto de la presión sobre la organización del sueño. Estas alteraciones, que constituye otro síntoma de HPNS, están probablemente relacionadas con algunas alteraciones neuroquímicas, que incluyen los sistemas serotoninérgicos, como se ha informado recientemente.