

LAS MICROBURBUJAS Y LAS PARADAS PROFUNDAS. UNA CONSTANTE EN NUESTRAS INMERSIONES

Últimamente hemos realizado un curso de buceador dos estrellas y varios de distintas especialidades, entre ellas uno de buceo profundo.

Una conversación con Vicente en el viaje de vuelta tras la primera práctica del curso de buceo profundo en Tarifa, me animó a compartir con vosotros estas reflexiones sobre las microburbujas de nitrógeno y la técnica de paradas profundas aplicada al buceo deportivo.

Permitidme un pequeño recordatorio

Como ya sabéis, el aire es una mezcla de gases en la que el nitrógeno (N_2) está presente en un 78% . Durante nuestras inmersiones nos desenvolvemos en un ambiente hiperbárico y la cantidad de N_2 que se disuelve en nuestro organismo es proporcional a tiempo y a la presión a la que respiramos el aire de nuestros equipos (Ley de Henry). También la disminución de la temperatura ambiental favorece la disolución de este gas en nuestro organismo, que tiende a saturarse.

Durante la fase de ascenso, cada uno de los tejidos en los que se encuentra disuelto el N_2 , al disminuir el gradiente de presión, lo cede en forma de microburbujas (MB) de distinto tamaño. No olvidéis que las MB se producen en la fase de ascenso de **TODAS NUESTRAS INMERSIONES.**

La cantidad de N_2 disuelto, el tipo de tejido y la velocidad de ascenso entre otros factores van a determinar el número y tamaño de estas microburbujas. Si la inmersión la hemos realizado dentro de la curva de seguridad y hemos respetado la velocidad de ascenso, las MB presentes en el sistema venoso pasarán al exterior durante la fase de ascenso y después de la inmersión hasta conseguir la total desaturación.

Estas MB son asintomáticas, se las conoce como “burbujas silenciosas”

Por el contrario, si la inmersión la hemos efectuado fuera de la curva de seguridad, la cantidad y tamaño de estas MB es tal que , si queremos regresar a la superficie, nos vemos obligados a realizar una serie de paradas a distintas profundidades para lograr alcanzar la superficie con seguridad. La profundidad de estas paradas y su duración vienen reflejadas en las tablas de descompresión para inmersiones con aire. Estas tablas están basadas en las de la US Navy y fueron publicadas en la normativa de seguridad para las actividades subacuáticas de Ministerio de Fomento.

FEDAS las incluye en sus manuales. Son aplicaciones actualizadas de la teoría descompresiva del Dr. Haldane.

Descompresímetros analógicos trataron de dar una respuesta a las tablas de descompresión. Posteriormente ordenadores de buceo digitales incorporaron algoritmos (conjunto de operaciones matemáticas) que nos permitían gestionar las burbujas que se producen en la fase de ascenso durante la desaturación de los tejidos. El Dr. Bühlman fue pionero en la

implantación de estos cálculos matemáticos en los microprocesadores de los ordenadores de buceo.

En estos algoritmos se divide el cuerpo en una serie de compartimentos (de 5 a 16) en los que se incluyen varios tejidos y se estudia su comportamiento tanto en la fase de saturación como en la desaturación .

Pero claro, sabemos que esa gestión de burbujas también la hacen las tablas de descompresión, entonces, **¿cuál es la ventaja de los ordenadores frente a las tablas?**

Además de darnos una lectura inmediata, sin necesidad de cálculos matemáticos por parte del buceador, el uso del ordenador frente a las tablas, para una misma inmersión, nos proporciona un mayor tiempo en fondo, ya que las tablas plantean inmersiones cuadradas en la que todo el tiempo en fondo de la inmersión se realiza a la máxima profundidad.

Por el contrario, el ordenador sigue una grafica “real” de la inmersión, realizando los cálculos de saturación/desaturación cada cierto tiempo (normalmente entre 1 y 4 segundos), lo que se traduce en una inmersión de mayor duración y unos menores tiempos en las paradas de descompresión.

¿Qué os parece si en vez de gestionar esa gran cantidad de MB de mayor tamaño, hacemos que se reduzca el número y el tamaño de las MB que se producen durante la fase de ascenso?

No cabe duda que la realización de planes de ascenso en los que se reducen el numero y tamaño de las MB y la gestión de su eliminación adaptando los algoritmos de los ordenadores, redundará en beneficio del buceador reduciendo el estrés y la tensión del gas disuelto en los tejidos, a la vez que se facilitará la desaturación del organismo.

Pues bien, por ahí van los tiros en los nuevos ordenadores de buceo.

Aunque ya era conocida en el buceo técnico, es a raíz de las experiencias del Dr. Pyle cuando se generaliza la práctica de las paradas profundas en el buceo deportivo para disminuir la incidencia de las MB en las inmersiones.

Posteriormente DAN, en su programa de seguridad para las inmersiones de buceo recreativo con aire, puso de manifiesto el reducido número y tamaño de las MB presente en los buceadores que realizaban paradas de entre 1 y 2 minutos, a mayor profundidad que las obligatorias en una inmersión con paradas de descompresión. Numerosas organizaciones de buceo comenzaron a aplicar estas paradas profundas en sus programas de enseñanza. Entre estas es **NAUI** la que empieza a generalizar el programa RGBM (Modelo de Reducción del Gradiente de Burbujas) del Dr. Bruce R. Wienke con el que **se consigue**:

1. **Un menor tiempo de descompresión**, en comparación con los métodos basados en la teoría de Haldane, gracias a la incorporación de paradas profundas.
2. **Un mayor tiempo en fondo en los buceos repetitivos** (sucesivos) al reducirse el volumen de gas acumulado en las inmersiones precedentes ya que en estas se incorporaron las paradas profundas.

Estas paradas profundas de 1-2 minutos se establecen, para buceos sin paradas obligatorias de descompresión, a **la mitad de la profundidad máxima alcanzada**.

Para inmersiones con paradas de descompresión, se establecen paradas de 1-2 minutos a **la mitad de la profundidad entre la máxima alcanzada y la profundidad de la primera parada obligatoria, recalculándose posteriores paradas entre las paradas profundas de seguridad y la primera parada obligatoria**.

Se establece como **“obligatoria” la parada de seguridad de 3-5 minutos a 5 metros** de profundidad, para inmersiones sin paradas obligatorias de descompresión.

¿Qué ha hecho la industria para adaptar los ordenadores de buceo al modelo RGBM?

Uwatec comenzó adaptando su exitoso algoritmo ZH-L8 de la serie Aladin(pro, Ultra, Air, Prime...), implantando en las series Smart, Aladin TEC el algoritmo Bühlman ZH-L8 ADT MB y en los nuevos modelos Galileo el algoritmo ZH-L8 ADT MB PMG. Ambos algoritmos permiten elegir al usuario entre 6 niveles de seguridad. Las paradas profundas se realizan siguiendo el clásico perfil de paradas de descompresión a 15, 12, 9, 6 mts, en función del nivel de seguridad elegido y del perfil de la inmersión.

Mares incorpora en los modelos Nemo, Puck, Mission, y en el nuevo Icon HD el modelo RGBM de paradas profundas.

Suunto incorpora el algoritmo Suunto Deep Stops RGBM en los modelos D4, D6, D9, Stinger, Cobra y Vyper.

Cressi, en sus modelos Archimede y Edy, opta por establecer un algoritmo ZH-L12 que realiza un detallado estudio y corrección de la velocidad de ascenso en cada tramo para reducir el nivel de MB.

Todos ellos, aconsejan la parada de seguridad de 3-5 minutos a 5 metros.

¿Cuál elegir?

Cualquiera de los nuevos ordenadores utiliza un algoritmo con un muy alto nivel de seguridad. Los accidentes de ED en el buceo deportivo casi siempre tienen lugar tras graves violaciones del plan y velocidad de ascenso, tras inmersiones repetitivas o en diente de sierra en las que se produce una gran acumulación de N₂, sin olvidar la incidencia de factores de riesgo inherentes al buceador: edad, obesidad, tabaquismo...

Los ordenadores de las marcas Suunto y Mares son especialmente fieles al modelo RGBM del Dr. Bruce R. Wienke, mientras que Uwatec y Cressi utilizan modificaciones de los algoritmos ZH del Dr. Bühlman.

Busca ordenadores fáciles de leer y de interpretar, batería sustituible por el usuario, nitrox.... el precio, tema económico, lo decides tú. Ya sabes busca y compara.

¿Qué parada de seguridad debo realizar?

La mayoría de organizaciones y ordenadores de buceo recomiendan efectuarla a 5 metros de profundidad durante 3 a 5 minutos. Pienso que esta profundidad puede hacernos más cómodas las paradas de seguridad.

¿Afecta el modelo RGBM a la velocidad de ascenso?

Si bien la velocidad de ascenso al dejar el fondo en las inmersiones profundas puede ser mayor de 9-10 mts/min a fin de disminuir la saturación de los tejidos rápidos, la velocidad en el último tramo del ascenso ha de ser especialmente lenta, recuerda que ya en el modelo Haldane- Bühlman tradicional hemos de emplear 1 minuto entre parada y parada o entre esta y superficie, ¡estamos subiendo a 3 mts/min.!

En cualquier caso, la mayoría de los ordenadores tienen esto en cuenta y te avisarán mediante alarmas o penalizándote, en el caso de violar la velocidad de ascenso prevista en su algoritmo para cada tramo, ampliando el tiempo de paradas .

¿Tan importantes son estas MB,s?

La importancia reside en el número y el tamaño. En las inmersiones dentro de la curva de seguridad y respetando la velocidad de ascenso, las eliminamos durante el ascenso y en tierra una vez finalizada la inmersión.

Si no respetamos la velocidad de ascenso o la inmersión requiere de paradas de descompresión, su número y volumen aumentan, pueden pasar a la circulación arterial, agregarse y formar pequeños trombos, aumentando el riesgo de enfermedad descompresiva (ED).

¿Qué hago con mi actual ordenador?

¡No lo tires!, es perfectamente válido. Ten en cuenta que aunque no planifique ascensos teniendo en cuenta el modelo RGBM, tu si puedes planificar y efectuar esa parada o paradas profundas. El ordenador interpretará esta parada como un aumento de saturación y te prolongará la parada obligatoria, incluso te obligará a hacerla si estabas próximo a la curva de seguridad.

Ten en cuenta que , al fin y al cabo te ha proporcionado un mayor tiempo para desaturar antes de finalizar la inmersión.

Espero haber aclarado algunos conceptos, que por desgracia no está actualizando la FEDAS y apenas hace mención a estos estudios de reducción de MB en sus manuales.

Un abrazo y felices inmersiones.