

El Dióxido de Carbono: el Enemigo Temido (1ª parte)

Esta es la primera de una serie de tres partes sobre el dióxido de carbono, uno de los factores más comunes que contribuyen a las emergencias de buceo. La segunda y tercera parte se publicarán en futuros números de Alert Diver.

Por los pelos

Permítanme comenzar con una historia personal: allá por 2016, me uní a una inmersión bajo techo en el Cenote Regina, cerca de Tulum, en Quintana Roo, México. Nuestro objetivo era visitar la sección de agua salada, que discurre a profundidades de alrededor de -30m, preveyendo un máximo de -34m para dicha inmersión. Entramos con cuatro botellas AL80 (dobles y dos etapas) de EAN32, más una AL40 de O₂ para la deco, que ubicamos cerca de la entrada, a una profundidad de -6m. La duración prevista de la inmersión era de 200 a 210 minutos.

Debo añadir que la noche anterior no dormí más de tres horas, debido a compromisos laborales, lo cual no fue una buena idea. Sin embargo, cuando tomé la decisión, no tenía la ventaja de la retrospectiva y sí muchas ganas de ir, así que ahí queda eso.

El cenote Regina es de una belleza impresionante, y al principio todo transcurrió como la seda. Cuando llegamos a la presión acordada para regresar, después de 90 minutos de buceo, dimos la vuelta y empezamos a regresar a la entrada, tras una inmersión muy agradable. Nos aguardaba una inmersión de regreso de aproximadamente la misma duración, seguida de unos veinte minutos de descompresión, en aguas poco profundas.

Unos diez minutos más tarde, alrededor del minuto 100, empecé a experimentar una sensación muy peculiar: mi diafragma empezó a temblar y mi respiración se convirtió gradualmente en lo que sólo puedo describir como un sollozo incontrolable, aunque sin el contenido emocional que suele acompañar a este tipo de manifestación fisiológica. Intenté concentrarme y volver a controlar los músculos, pero los sollozos se acentuaron. Me di cuenta de que probablemente no respiraba con eficacia y de que hacía más burbujas de lo normal.



Foto: Joram Mennes

Mi estado de ánimo también se resintió enseguida: la ansiedad empezó a adueñarse de mí, junto con la sensación de que mi segunda etapa no me daba suficiente aire. Por si acaso, pasé a la de reserva, sin notar ningún cambio.

Señalé al equipo que tenía un problema y nos detuvimos. Empecé a sentir el impulso de salir disparado hacia la superficie, una demanda totalmente inútil que arrancaba desde las cotas más bajas de mi sistema nervioso central, dado que estábamos a casi dos horas de la salida, con treinta metros de roca y tierra sobre nosotros.

Pasé los siguientes minutos -no sé exactamente cuánto tiempo, pero me parecieron una eternidad- debatiéndome mientras una voz en mi cabeza intentaba convencerme de que estaría bien rendirse allí mismo. La gente lo entendería. Volver a meter esa voz en el agujero del que había salido supuso un gran esfuerzo de voluntad, y admito que el resultado no estaba cantado.

Finalmente, los sollozos se calmaron y continuamos el camino de vuelta a paso lento. La demora y mi elevada frecuencia respiratoria habían mermado nuestras reservas. Aunque no estábamos cerca de quedarnos sin gas, fue un alivio encontrar la botella de la primera etapa, con otros 110 bar de nitrox.

Terminamos la inmersión con una demora de media hora, resultado de la pausa que tuve que hacer y el consiguiente aumento de parada de deco obligada. Pero estábamos fuera. Volví a bucear en cuevas al día siguiente, con el propósito de dormir más y batallar contra molinos más pequeños; al menos en un futuro próximo.

Durante el *debriefing*, determinamos que la causa principal de mi problema había sido, probablemente, la

acumulación de dióxido de carbono en mi torrente sanguíneo, desencadenado por la fatiga motivada por la falta de sueño. Lo que nos lleva al tema de este artículo.



Foto: Joram Mennes

El metabolismo del dióxido de carbono, en pocas palabras

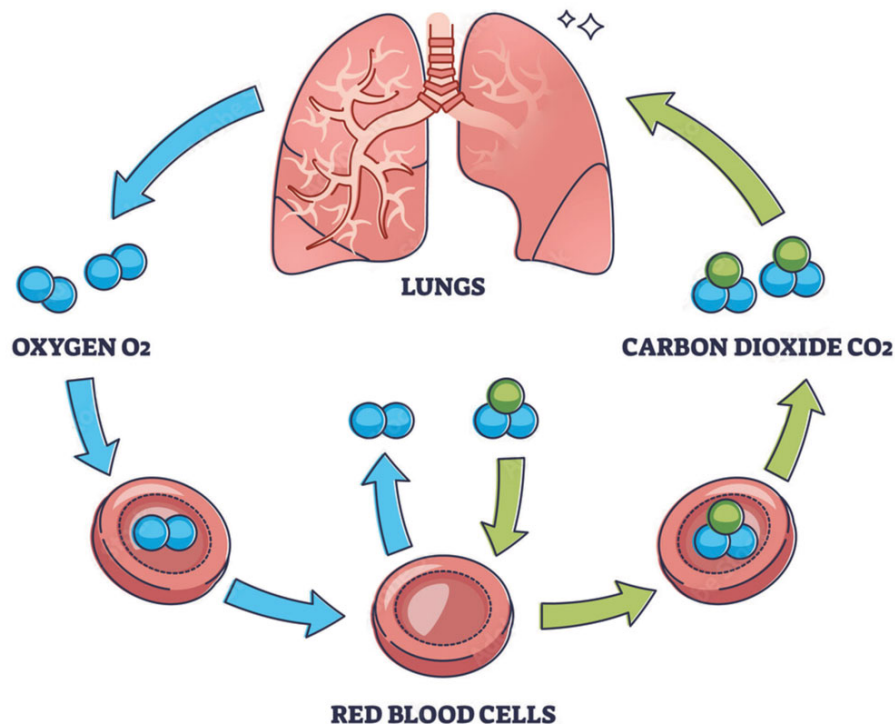
El dióxido de carbono es un producto de desecho del metabolismo celular. Inhalamos gas que contiene oxígeno. Nuestros pulmones absorben una parte de ese oxígeno hacia el torrente sanguíneo, donde es captado por los glóbulos rojos (hemoglobina). La sangre rica en oxígeno pasa por el lado izquierdo del corazón, desde donde se bombea primero al cerebro y al sistema nervioso central, y luego al resto de nuestro cuerpo.

En las distintas partes del cuerpo se producen una serie de reacciones bioquímicas en las que el oxígeno se combina con el carbono (ingerido a través de los alimentos) para formar dióxido de carbono. Como resultado de esa combinación, se genera la energía que nos mantiene activos.

La sangre desoxigenada, que ahora transporta dióxido de carbono en diversas formas, vuelve al lado derecho del corazón, que la bombea a los pulmones, donde se elimina el dióxido de carbono mediante la exhalación.

Nota: La mecánica real es bastante más compleja. El CO_2 no es sólo un producto de desecho. Desempeña un papel importante en la regulación de la acidez de la sangre, y menos del 10% del total del CO_2 contenido en la sangre es eliminado en cada paso por los pulmones. Puedes encontrar más información en este [enlace](#).

HUMAN GAS EXCHANGE



Cómo tomarle la medida al villano

Hay una serie de magnitudes fisiológicas mensurables que describen este proceso. La capacidad de nuestros pulmones para absorber oxígeno se denomina VO_2 máx. El VO_2 máx describe el volumen máximo de oxígeno que nuestros pulmones son capaces de suministrar a nuestro cuerpo para la generación de energía, por unidad de tiempo, y en relación con el peso corporal. Los participantes en deportes de resistencia lo conocen como una medida del rendimiento cardiovascular.

Una segunda magnitud importante es la denominada relación de intercambio respiratorio, normalmente abreviada como *RER*. El *RER* describe la relación entre la eliminación de dióxido de carbono y la absorción de oxígeno. Un *RER* normal para un ser humano en reposo es de 0,8. Es decir, en reposo, exhalamos sólo cuatro moléculas de CO₂ por cada cinco moléculas de O₂ que consumimos. El resto del oxígeno permanece en el cuerpo. En caso de esfuerzo, el *RER* [puede llegar a 1,2 o más](#). Esto significa que nuestro metabolismo recurre a las reservas de oxígeno almacenadas en los músculos (unidas químicamente a la mioglobina) durante el reposo. Un *RER* de 1,0 se conoce como umbral anaeróbico, otro término familiar para los atletas.

Al realizar un esfuerzo, nuestro cuerpo tiene una mayor demanda de oxígeno y produce más dióxido de carbono. Cuando la cantidad de CO₂ producido supera la capacidad de nuestro metabolismo respiratorio para eliminarlo del torrente sanguíneo y exhalarlo, entonces el CO₂ empieza a acumularse. Como sabe cualquier apneísta, la sensación de falta de aire y la necesidad de respirar no se deben a la falta de oxígeno (en la mayoría de los casos hay suficiente y la falta de oxígeno provoca el desmayo), sino al exceso de CO₂, una situación conocida como *hipercapnia*.

Aquí finaliza la primera parte de nuestra pequeña serie. En la segunda parte, examinaremos más de cerca

la fisiología del dióxido de carbono en el cuerpo humano, cómo se ve afectado por el buceo y qué hace que la hipercapnia sea tan peligrosa. La tercera parte se centrará en las contramedidas - ejercicios y procedimientos para mantener nuestra carga de CO₂ bajo control. Mantente conectado y en seguridad.

Las fotos submarinas de este artículo muestran el impresionante Cenote Regina. Fueron tomadas por [Joram Mennes](#), con el modelo de buceo [Stratis Kas](#). Gracias a ambos por tomar estas magníficas instantáneas, expresamente para este contenido de Alert Diver.

Acerca del autor

Tim Blömeke imparte formación de buceo recreativo y técnico en Taiwán y Filipinas. Es un ávido buceador de cuevas, pecios y CCR, así como editor y traductor de Alert Diver. Vive en Taipei, Taiwán. Puedes seguirle en Instagram en [@timblmk](#).

Traductor: [Ramon Verdaguer](#)