

Acordarse de respirar

Pregunta

En las primeras lecciones del curso de buceador recreativo, se aprende a "no aguantar nunca la respiración" por temor a las lesiones pulmonares debidas a la expansión del gas comprimido durante el ascenso. Además, a los alumnos se les dice que la zona más peligrosa de la ascensión es la más cercana a la superficie. ¿Por qué esto es así? ¿Cuál es el mecanismo real por el cual los pulmones se lesionan por la expansión del gas? ¿Realmente se desgarran? Al estar los pulmones rodeados por un saco lleno de líquido, ¿dónde se produce la expansión? ¿Hay un espacio vacío entre los pulmones, el saco, y el resto del cuerpo? Por último, ¿por qué sería la última parte de la ascensión más peligrosa que cubrir la misma distancia vertical, a mayor profundidad? ¿Acaso no existe el mismo cambio de presión entre -18m y -9m, que de -9m a superficie?

Respuesta

En el buceo con escafandra, las lesiones por expansión pulmonar pueden ser más dramáticas que las emergencias con peligro vital. Por lo general, son el resultado de una sobredistensión del pulmón debido al atrapamiento patológico de aire (por enfermedad pulmonar), o por contener la respiración durante el ascenso. Una buena comprensión de la anatomía pulmonar es esencial para entender mejor los riesgos asociados. Los bronquios principales se dividen en vías aéreas más pequeñas, llamados bronquiolos, y continúan ramificándose, reduciendo su tamaño hasta formar los sacos alveolares. Los alvéolos son la unidad funcional fundamental del sistema respiratorio y es donde se lleva a cabo el intercambio gaseoso. Estos frágiles sacos de aire están rodeados por una delicada membrana formada por sólo una o dos capas de células de espesor, y están abarcados por una red de pequeños capilares sanguíneos. Mientras nos encontramos expuestos a presiones atmosféricas a nivel del mar, a medida que inhalamos y exhalamos, nuestros pulmones se encuentran en estado de equilibrio. A medida que cambiamos de elevación, se producen ligeros cambios de presión; sin embargo, la compensación de las presiones dentro y fuera del pulmón con cada respiración, no deja de ser un discreto evento pasivo. Pero bajo el agua, durante el descenso, todos los espacios que contienen gas tienden a disminuir, ya que la presión que rodea el cuerpo aumenta; por ejemplo, el volumen pulmonar de un apneísta se hace más pequeño con el descenso en la columna de agua. Debido a que los reguladores de buceo entregan el gas respirable a la presión ambiente donde se encuentra el buceador, al entrar concentraciones más altas de gas en los pulmones, se impide la reducción del volumen pulmonar. En el caso contrario, al ascender conteniendo la respiración, el volumen de los pulmones se incrementará progresivamente hasta superar el límite elástico de los alvéolos, produciéndose una lesión pulmonar. Esto obliga al gas a tomar una de esas tres salidas:

1. Ocupar el espacio dentro de la cavidad torácica (espacio pleural), una condición patológica conocida como neumotórax;
2. Infiltrarse en las capas de los propios tejidos pulmonares (espacios intersticiales), desde donde puede viajar hacia la cavidad que ocupa el corazón, los tejidos del cuello y la laringe (enfisema mediastínico); o
3. Pasar a la sangre

En este último caso (embolismo gaseoso arterial, o EGA), las burbujas de gas pueden pasar desde los capilares pulmonares, a través de las venas pulmonares, hacia el lado izquierdo del corazón, y luego pasar a la carótida o las arterias basales (produciendo una embolia gaseosa arterial cerebral, o EGAC). Aunque

esta explicación parece razonable, no es completamente satisfactoria. Dado que el tejido pulmonar es extremadamente homogéneo, uno esperaría que el espacio intersticial del pulmón y de los vasos dentro de él, estuvieran sometidos al mismo incremento de presión que en los alvéolos. Por lo tanto, se podría esperar un colapso de los vasos, impidiendo la entrada de gas. Probablemente el gas entra en los vasos sanguíneos en las "esquinas" del pulmón - por ejemplo, entre el pulmón y el mediastino, donde las diferencias de presión pueden causar la rotura (desgarramiento) del tejido, permitiendo al gas extra alveolar, entrar.

Es importante tener en cuenta que contener la respiración durante un ascenso desde una profundidad tan superficial como 1,2 m en el mar (MSW) puede ser suficiente para desgarrar los sacos alveolares, causando una rotura pulmonar y una de estas tres enfermedades. Para una cantidad constante de gas, la relación entre el volumen y la presión externa viene regulada por la ley de Boyle. Básicamente, el físico y químico irlandés Robert Boyle descubrió que a una temperatura y masa de gas constante, el volumen que ocupa es inversamente proporcional a la presión ejercida en el gas. Así, cuando se duplica la presión, el volumen se reduce a la mitad del volumen original. Por el contrario, cuando la presión se reduce a la mitad, se duplica el volumen. Para un buceador en -4,5m en el mar, la presión total que actúa sobre el cuerpo es de 1,5 atmósferas (una atmósfera en la superficie, más 0,5 atmósferas ejercidas por la columna de agua). Un ascenso repentino a la superficie supone, por lo tanto, una reducción del 30% de la presión, y suponiendo una pared torácica homogénea, el volumen aumentaría un 50%. Se puede producir, pues, una lesión pulmonar. Los cambios reales de volumen pueden ser menores que lo expuesto, porque el efecto de la pared que rodea al pecho proporciona cierta rigidez y protección al pulmón. Sin embargo, si el mismo cambio vertical se produjese a una profundidad de -20m en el mar, el 0,5 atmósfera de cambio de profundidad supondría una reducción del 16% de la presión y un aumento del volumen pulmonar del 20%, siendo menos probable que causara una lesión pulmonar. Por tanto, la ley de Boyle explica por qué los cambios bruscos de cota, conteniendo la respiración y a poca profundidad, pueden ser mucho más peligrosos que los cambios de profundidad equivalentes, en aguas más profundas.