

# Colapso Pulmonar: toser exageradamente...¡o no!

## **Introducción:**

El 'colapso pulmonar' es una condición, prácticamente única, del buceo en apnea. Los buceadores no son realmente conscientes de ello y, por desgracia, la mayoría de los médicos nunca han oído hablar de ella, y mucho menos aprendido a tratarla. Hay muchas leyendas urbanas sobre este fenómeno, bastante mal definido y, en gran medida, incomprendido. Así que, vamos a "sumergirnos" en el tema y ¡espero evitar un colapso cerebral durante el proceso!

## **Definición:**

El 'colapso pulmonar' también conocido como "colapso torácico" o, más formalmente, como *barotrauma pulmonar del descenso* (referido como *BPD* en el resto del artículo).

El BPD puede definirse como: *daños o lesiones a los pulmones como consecuencia de los efectos del aumento de la presión ambiental sobre los espacios aéreos cerrados, en los pulmones, durante el buceo en apnea.*

La descripción y definición se refiere a lo que les sucede a los pulmones a causa del aumento de la presión durante el descenso. Algunas autoridades incluyen restricción traqueal como parte del concepto más amplio del BPD.

Así, utilizando esta definición imperfecta, vamos a considerar lo que son estos efectos en realidad; ¿Cómo afecta el aumento de la presión ambiental en los espacios aéreos cerrados, de los pulmones?

## **Física y Fisiología:**

Para entender mejor el BPD tenemos que revisar algunos conceptos de física y fisiología, básicos.

En primer lugar, la *ley de Boyle*: "A temperatura constante, el volumen de una masa dada de gas es inversamente proporcional a su presión".

Por esta ley de los gases, se entiende que el volumen de gas en un sistema o espacio cerrados disminuirá a medida que aumenta la presión ambiente y viceversa. En el buceo en apnea, nuestros pulmones representan el gas que contiene el espacio cerrado, con el aumento de la presión ambiental proporcionado por la presión hidrostática del agua durante el descenso. Por cada 10 m.a.m. (metros de agua de mar), la presión ambiental aumenta en 1 atmósfera. Tener en cuenta que esta disminución de volumen inversamente proporcional al aumento de presión sigue una curva exponencial, como se muestra en la Figura 1 a continuación:

Cota	ATM/BAR (Atmósferas de Presión)	Volumen Pulmonar	Ratio Volumen
0 m	1	8 l	1
10 m	2	4 l	½
20 m	3	2.66 l	1/3

30 m	4	2 l	$\frac{3}{4}$
------	---	-----	---------------

Fig 1.

En segundo lugar, se requiere algún conocimiento básico acerca del volumen pulmonar. La capacidad pulmonar total (CPT) de un hombre adulto, de 170cm de altura y un peso corporal de 70 kg, es de unos 7 litros aproximadamente. A medida que el volumen pulmonar se vacía hasta el mínimo absoluto, el volumen más pequeño posible se llama volumen residual (VR). Los otros volúmenes no son de gran importancia para el tema y se añaden para fines de referencia.

La figura 2 muestra el volumen pulmonar y constituyentes de un buceador en apnea

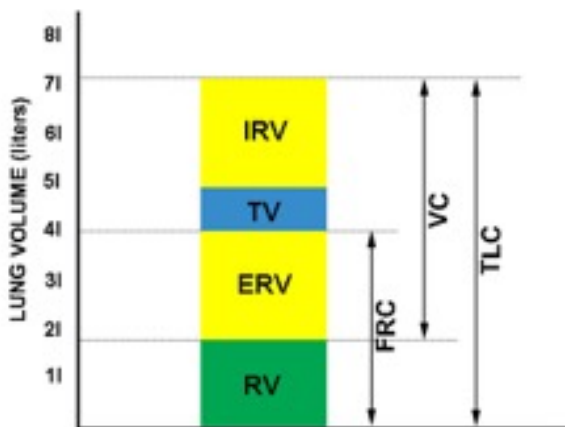


Fig 2.

**CPT = Capacidad Pulmonar Total**

**CV = Capacidad Vital**

**CFR = Capacidad Funcional Residual**

**VR = Volumen Residual**

**VER = Volumen Espiratorio Residual**

**VIR = Volumen Inspiratorio Residual**

**VC = Volumen Corriente**

Originalmente, el supuesto era que el volumen residual (VR) representa el volumen mínimo que los pulmones podrían alcanzar antes de sobrevenir una lesión mecánica. En otras palabras, para bucear en apnea con seguridad, debe establecerse una profundidad límite donde el efecto de compresión en los pulmones no exceda al de la reducción del volumen pulmonar residual. El VR es generalmente de un 20 a 25% del volumen pulmonar total después de la plena inhalación. Por lo tanto, de acuerdo con la ley de Boyle, el VR se alcanzaría a unos -35 a -45 m.a.m. (es decir, entre 4,5 a 5,5 ATA) haciendo de éste, el límite teórico de profundidad en apnea. Claramente, éste no es el caso, ya que, actualmente, los récords de profundidad en apnea exceden los -200 m.a.m. Esto llevó al descubrimiento de otros mecanismos fisiológicos que juegan un importante papel. Además del colapso parcial real de la propia cavidad del

pecho, el mecanismo compensatorio adicional más importante es la concentración de la sangre en el pecho y tejidos circundantes. Esto permite la concentración de hasta 1,5 l de sangre en los vasos sanguíneos del pecho (hipervolemia).

Esencialmente, la concentración de sangre en el pecho iguala al gradiente de presión cuando se alcanza el VR y, por lo tanto, disminuye el VR eficaz, permitiendo así alcanzar cotas más profundas y de forma segura. Este mecanismo aumenta la presión en el sustrato vascular pulmonar y, consecuentemente, posibilita una hemorragia a consecuencia de la rotura de los capilares pulmonares.

En la práctica, estos mecanismos permiten a los pulmones ser comprimidos hasta un 5% del total de la capacidad pulmonar en altamente individuos altamente entrenados y campeones de apnea. Esto plantea la pregunta de si se podría establecer los límites absolutos del buceo en apnea. A pesar de ello, no es raro ver a estos atletas toser con sangre, y; no todos pueden alcanzar sus proezas!

### **Signos y Síntomas:**

Aunque pueda parecer que el BPD se circunscribe a inmersiones muy profundas, existen informes sobre BPD ocurridos en inmersiones superficiales - las típicas inmersiones sucesivas con intervalos de superficie cortos, incluso a -4 m.a.m. Puede ser que sean debidos a la compresión. Es bien sabido que los fluidos puede acumularse en los pulmones, simplemente por una reacción refleja al encontrarnos sumergidos (como la denominada inmersión con la cabeza fuera) o practicando la natación en superficie. Las características individuales anatómicas, fisiológicas, patológicas y las variaciones del día a día, todas ellas juegan un papel en el desarrollo del BPD.

No todos los casos de BPD son identificados cuando ocurren. Algunas de las características son transitorias. Algunos pueden ser confundidos con enfermedades torácicas comunes, como la gripe o la neumonía. Cuando se manifiestan y se reconocen los siguientes síntomas (es decir, las quejas) y signos (es decir, anomalías demostrables reales), de manera simultánea, podemos asociarlo a un BPD:

Síntomas: dolor en el pecho; dificultad para respirar; sensación de líquido en los pulmones; tos; fatiga; sensación de opresión o constricción en el pecho durante el descenso; mareos; náuseas; debilidad; parestesia; desmayo.

Signos: hiperventilación; tos con sangre de color rojo brillante; tos con sangre espumosa, vómitos; dificultad respiratoria; desorientación; pérdida de conciencia, secuelas neurológicas; paro cardio-respiratorio; muerte.

De la larga lista de manifestaciones puede verse que el BPD puede variar desde una ligera irritación a la muerte. En cuanto a la duración, puede ser muy corto o durar hasta un par de meses. Las recurrencias y la cuestión de las lesiones permanentes, son frecuentes.

### **Prevención y Mitigación:**

Si eres un apneista que concursa habitualmente o, simplemente, pasas mucho tiempo en el agua, vale la pena que consideres algunos de los siguientes consejos para tratar de minimizar o evitar el BPD:

- Mantén tu condición física, especialmente la aptitud respiratoria.
- Desarrolla tu tolerancia al CO<sub>2</sub> para reducir las contracciones pulmonares. Estas contracciones son suspiros involuntarios contra la glotis bloqueada o la boca cerrada, en los buceadores en apnea, como el punto de interrupción fisiológica que se alcanza debido a los niveles de CO<sub>2</sub> que

estimulan los esfuerzos respiratorios.

- Calentar para reducir las contracciones en profundidad.
- Evitar estiramientos en cotas profundas de los brazos o cuello. No son necesarios movimientos violentos e exagerados.
- Mejorar y entrenar la flexibilidad de tu caja torácica.
- Sumérgete a cotas donde te sientas cómodo y evita el pánico.
- Para y asciende antes de experimentar contracciones en profundidad.
- Progresa lentamente al comenzar a sumergirte a profundidad.
- Evita inmersiones profundas inmediatamente después de viajes prolongados, especialmente si has cambiado de huso horario o experimentado *jet lag*. Primero debes recuperarte completamente.
- Aprende técnicas de relajación mientras buceas, especialmente en profundidad, y que se concentren en liberar la tensión de todo el área del pecho, en concreto.
- Aprende la técnica Frenzel / llenado de la boca para compensar, ya que es más suave y utiliza menos aire.
- Si tienes un historial de BPD, descansa el día después de una inmersión profunda, ya que parece existir un mayor riesgo de BPD en el segundo día, incluso a profundidades menores.
- Si comienza a experimentar síntomas similares a un BPD anterior, interrumpe el buceo ...
- Practica sesiones regulares de entrenamiento en profundidad también en tu temporada baja.
- Empieza exhalando justo antes de llegar a la superficie. Se recomienda entrenamiento previo en este sentido.

### **Gestión del BPD:**

La gestión de un BPD sigue los principios de gestión médica de una emergencia básica, con el nivel de cuidados intensificado o mantenido, en función de la presentación clínica inicial y la progresión del problema.

Un protocolo sensato incluye:

- Interrumpir la sesión de buceo y garantizar la seguridad del buceador lesionado.
- Interrumpir cualquier actividad física. Deja que el compañero de buceo te ayude en la flotabilidad y remolque del buceador lesionado a un lugar que permita sacarlo cómodamente del agua.
- Deja que el buceador lesionado descanse y garantiza su comodidad.
- Si está disponible, permitir que el buceador lesionado respire oxígeno medicinal al 100%.

- Anímale a ingerir líquidos por vía oral si la vía aérea del buceador lesionado es segura y el buceador está totalmente consciente, pero evitar el alcohol.
- Alertar a los servicios médicos de emergencia lo más rápido posible y en función de las instalaciones y conocimientos disponibles. La línea directa de DAN es una buena opción para un primer contacto, ya que puede ser de gran ayuda para ayudar en el acceso a los servicios médicos y "hablan el lenguaje de los buceadores".
- Busca consulta médica, de preferencia con un Médico con conocimientos sobre medicina del buceo, tan pronto como sea posible.
- Descansar durante al menos dos semanas antes de reanudar el buceo y preferentemente después de haber sido declarado apto para bucear, por un médico especialista.
- Prevenir es mejor siempre que curar.

### **Conclusión:**

El BPD es un curioso y muy debatido problema entre los apneístas. Todavía hay mucho que aprender acerca de esta condición y existen varias maneras en que puede evitarse o mitigarse. ¿Quizás existe de verdad una barrera de profundidad absoluta al buceo en apnea? ¿Quién sabe? Las barreras de hoy son los *records* del mañana. Mientras tanto, bucea con seguridad y no te olvides de disfrutar con ello.