

# Problemas ocasionados por los cambios de presión: Disbarismos

JOSE B. del VALLE GARRIDO  
CARLOS VELASCO DIAZ

**E**S un término que se emplea para agrupar los cambios fisiológicos que ocurren en el cuerpo humano, al someterlo a variaciones de presión atmosférica. Dentro de los disbarismos se incluyen tanto las manifestaciones clínicas que aparecen al disminuir la presión como ocurre en los vuelos en aeronaves, como los síntomas producidos por el aumento de presión que se dan en ejercicios de buceo.

Los Disbarismos incluyen dos cuadros clínicos diferentes, como son los Barotraumas y la Enfermedad Descompresiva, los cuales están motivados por los cambios de la presión atmosférica y son desarrollados en el presente artículo, debido a su importancia en el medio aeronáutico.

Son cuadros clínicos que se conocen desde hace tiempo, así tenemos descripciones de Barodontálgias en pilotos de la II Guerra Mundial y de Enfermedad Descompresiva en trabajadores en la construcción de puentes a mediados del siglo XIX aunque se llamaba Enfermedad de los Cajones o del Aire Comprimido, apareciendo la primera descripción en relación con la aviación en el año 1930.

## BAROTRAUMAS

Cuando sometemos al organismo humano a cambios de presión barométrica, como sería el caso del ascenso o descenso de una aeronave o la súbita pérdida de presurización de ésta, las cavidades que contienen gas en su interior como el

oído medio, los senos paranasales, dientes, pulmones y aparato gastrointestinal, tienen que equilibrar la presión de sus gases con la ambiental lo cual se realiza en condiciones normales con facilidad; sin embargo si los cambios de presión son muy bruscos como ocurre por ejemplo en despresurización de aeronaves o existen procesos patológicos del organismo que dificulten el equilibrio entre el interior de estas cavidades y el medio ambiente, se produce un aumento del volumen de los gases de estas cavidades según la Ley de Boyle lo cual origina un cuadro caracterizado por sensación de malestar, o dolor por daño de los tejidos u órganos, que pueden producir la incapacidad brusca en vuelo y se agrupan genéricamente con el nombre de Barotraumas. En la tabla (1), se muestran los diferentes barotraumas según la afectación orgánica.

### Oído Medio

El oído medio es una cavidad separada del conducto auditivo externo por medio de la membrana timpánica y con una única comunicación con el exterior a

través de la trompa de Eustaquio que termina en la región nasofaríngea. En condiciones normales este conducto se encuentra cerrado en sus dos terceras partes y se requieren maniobras activas como tragar, bostezar o mover la mandíbula para que se abra, así mismo durante el ascenso en la atmósfera se produce su apertura espontánea al disminuir la presión ambiental, con lo cual se equilibran las presiones del oído medio con el exterior sin que aparezca ninguna sintomatología.

Durante el descenso la presión ambiental aumenta, pero la trompa de Eustaquio por un mecanismo de válvula unidireccional impide que el gas penetre en el interior del oído medio, y se equilibren las presiones, originándose una retracción de la membrana timpánica que se manifiesta con sensación de plenitud y disminución de la audición; si la diferencia de presión sigue aumentando se produce una mayor retracción de la membrana que puede originar un dolor muy intenso a nivel del oído afectado, y que en algunas personas se acompaña de alteraciones del equilibrio por afectación del oído interno (vértigo alternobárico), e incluso de rotura de la membrana timpánica, lo cual puede originar una incapacitación del piloto durante el vuelo.

Si durante el descenso se dificulta aún más el equilibrio de presiones por procesos infecciosos del tracto respiratorio que originen inflamación y edema de la mucosa de la trompa de Eustaquio, puede ocurrir que las maniobras activas descritas anteriormente incluida la maniobra de Valsalva, sean incapaces de abrir la trompa, originando los síntomas de plenitud, zumbidos, disminución de audición o incluso dolor y vértigos, que definen el cuadro denominado *Barotitis Media*.

Por último, hay que diferenciar este cuadro con el de la Barotitis retardada que aparece cuando se respira O<sub>2</sub> al 100% durante

TABLA 1. Barotraumas

BAROTRAUMAS	ORGANO AFECTADO
— Barotitis media	— Oído medio
— Barosinusitis	— Senos paranasales
— Barodontálgias	— Dientes
— Baropatía abdominal	— Tracto gastrointestinal

un tiempo prolongado y que puede cursar con la misma sintomatología que la Barotitis aguda, pero se diferencia de esta en su aparición tardía, al cabo de varias horas de someterse a los cambios de presión.

## Senos paranasales

Los senos paranasales son cavidades localizadas en los huesos de la cara y cráneo, que contienen aire en su interior. Tienen un tamaño variable, siendo los senos maxilares los mayores, con unos 15 ml. aproximadamente. Se comunican con el exterior a través de las fosas nasales, por medio de un conducto de drenaje en el caso del seno frontal, o por orificios directamente abiertos en la pared de dichas fosas, los otros senos.

Durante el ascenso y descenso la expansión y disminución del volumen del gas contenido en su interior se compensa con la presión atmosférica ambiental a través de los mencionados conductos, sin que aparezcan gradientes de presión, sin embargo cualquier obstrucción del conducto o del ostium de salida como ocurre en deformidades anatómicas, procesos inflamatorios como infecciones de vías altas, sinusitis, etc. pueden impedir el equilibrio de presiones originando el cuadro clínico de *Barosinusitis*.

La Barosinusitis puede ocurrir tanto en el ascenso como en el descenso, aunque tiene una mayor incidencia en los descensos, siendo los senos frontales los más frecuentemente afectados por su tamaño y por la sinusoidad de su conducto de comunicación con el exterior.

La sintomatología típica es de dolor quemante a nivel del seno afectado, de aparición súbita y con irradiación en caso del seno frontal a la ceja y ojo, y producción en la mayoría de los casos de lagrimeo. En algunos casos se puede acompañar de salida

de secreciones sero-sanguinolentas por fosas nasales. Dependiendo de la intensidad del dolor se puede alcanzar la incapacidad brusca del piloto e incluso la pérdida de conciencia.

## Aparato bucodental

El diente por su especial configuración rígida, plantea problemas cuando por acción de un cambio barométrico, lesiones como infecciones periapicales, infecciones residuales a extracciones o caries, son foco de irritación si se produce una afectación del paquete vasculo-nervioso, originando lo que se conoce como *Barodontalgia*.

TABLA 2. Causas más frecuentes de Barotraumas

BAROTITIS MEDIA	Procesos infecciosos del tracto respiratorio superior. Procesos alérgicos. Otitis media.
BAROSINUSITIS	Sinusitis y cualquier proceso que afecte la comunicación entre senos y fosas nasales.
BARODONTALGIAS	Abcesos dentarios, empastes mal obturados y pulpitis.
BAROPATIA ABDOMINAL	Gastroenteritis, aerofagia y la ingesta de comidas flatulentas o bebidas gaseosas.

La sintomatología es de dolor en la zona afectada, pudiendo aparecer otros síntomas como cefalea, mareo e incluso vértigo. La mayoría de las veces el cuadro aparece durante el ascenso, y en algunos casos su intensidad puede causar hasta pérdida de conciencia.

## Aparato gastrointestinal

En condiciones normales, la cantidad de gas contenida en el aparato gastrointestinal es de 100 a 150 cc. procedente de la deglución y de las bacterias intestinales, siendo fácil el equilibrio de presiones con el aire exterior por medio de los orificios naturales. Solo en caso de ascensos a altas velocidades o a

grandes alturas puede aparecer dificultad del piloto para expulsar los gases, con la aparición del cuadro de *Baropatía Abdominal*, con síntomas de dolor por distensión de la pared abdominal, y que incluso pueden originar un síncope por reacción vaso-vagal, sobre todo si se añaden factores predisponentes como la ingesta de comidas flatulentas, bebidas gaseosas o infecciones gastrointestinales.

## Pulmones

La gran cantidad de gas en los alveolos pulmonares, la estrechez de los conductos que comunican con el exterior y la vulnerabilidad del tejido pulmonar, hacen que sean susceptibles de ser dañados en caso de cambios de presión. Sin embargo sólo en caso de descompresiones muy rápidas de cabina, se han descrito lesiones en este órgano, consistentes en hemorragias, enfisema y atelectasias.

En conclusión, la importancia de los Barotraumas estriba en que la mayoría de las veces los cuadros desencadenantes pueden pasar desapercibidos para una actividad ajena al vuelo, como es el caso del resfriado común o de una comida flatulenta que no produce ningún problema para desenvolverse en tierra, sin embargo su aparición durante el vuelo y dependiendo de la intensidad del dolor puede causar incluso la pérdida de conciencia del piloto con la posibilidad de originar un accidente aéreo. En la tabla (2) se resumen las causas principales de los barotraumas.

El mejor tratamiento de todos estos cuadros es una prevención de los factores desencadenantes y, por supuesto si aparecen durante el vuelo, el piloto intentará equilibrar las presiones con maniobras como la de Valsalva y descenderá a nivel del suelo, notificándolo a su médico de

vuelo a quien corresponde el tratamiento adecuado.

## ENFERMEDAD DESCOMPRESIVA

Se puede definir como aquella respuesta patológica a la formación de burbujas gaseosas procedentes de los gases inertes disueltos en los tejidos de nuestro organismo cuando se produce una reducción de la presión ambiental.

Aunque todavía en la actualidad alguno de los pasos de la aparición de la Enfermedad Descompresiva permanecen desconocidos, se sabe a ciencia cierta que la sobresaturación de nitrógeno es la causa de la enfermedad. A nivel del mar, los gases difunden entre el medio ambiente y los tejidos por gradientes de presión, así el oxígeno pasa del medio ambiente a los tejidos y el CO<sub>2</sub> se elimina de estos al aire ambiente, sin embargo en el caso del N<sub>2</sub>, elemento muy abundante en la atmósfera (78.09%) permanece en equilibrio de presión con igual concentración a nivel de los alveolos pulmonares y de los tejidos.

Cuando se reduce la presión barométrica de forma importante y rápida como en los ascensos de inmersiones de buceo o en los realizados en la atmósfera, los tejidos que están saturados de N<sub>2</sub> en estado de solución, pueden supersaturarse de este elemento debido a ser un gas inerte, incapaz de combinarse con otras sustancias orgánicas, muy poco soluble en sangre y muy abundante (se considera que existe 1 litro de N<sub>2</sub> a nivel del mar en nuestro organismo), formando burbujas de gas según la Ley de Henry lo que desencadena el cuadro clínico.

Sin embargo para la formación de burbujas se precisa además del descenso rápido de presión, de la existencia de núcleos de microburbujas de gases, formados por turbulencias del flujo sanguíneo a nivel de bifur-

**TABLA 3.**  
Factores predisponentes de Enfermedad Descompresiva

GENERALES	PERSONALES
— ALTITUD	— EDAD
— ELEVACION DEL SUELO	— SEXO
— VELOCIDAD DE ASCENSO	— OBESIDAD
— DURACION DE LA EXPOSICION	— LESIONES
— EJERCICIO FISICO	— PSICOLOGICOS
— TEMPERATURA	— INDIVIDUALES
— HIPOXIA	
— DESHIDRATACION	

caciones o disminuciones de calibre de vasos linfáticos o sanguíneos, en torno a los cuales se formarían las burbujas.

En condiciones de presión normal, estas burbujas se desplazan hacia los vasos pulmonares para ser eliminadas con el aire expirado, pero cuando la presión ambiental se reduce las burbujas se acumulan en los vasos sanguíneos, bloqueando la circulación y originando los síntomas de la Enfermedad Descompresiva. En la actualidad se conoce que además de este efecto mecánico de bloqueo, las burbujas de gas desencadenan procesos bioquímicos del organismo al actuar como cuerpos extraños, lo cual explica las manifestaciones clínicas de la enfermedad.

### Factores predisponentes

Existen una serie de factores que inciden directamente sobre la frecuencia de aparición de Enfermedad Descompresiva, como veremos a continuación:

a.—*Altitud.* Es extremadamente raro la aparición de Enfermedad Descompresiva a alturas inferiores a los 18.000 pies. Al

umentar la altura su incidencia aumenta siendo de 1.5% a alturas de 20.000 a 25.000 pies y llegando a un 79% de incidencia en alturas superiores a los 28.000 pies.

b.—*Altitud base.* La exposición a presiones mayores que la atmosférica durante las 24 horas previas al vuelo, aumenta la susceptibilidad a la Enfermedad Descompresiva, puesto que la cantidad de N<sub>2</sub> en los tejidos es mayor y hay más facilidad para la formación de burbujas al disminuir la presión. Se recomienda dejar un plazo de 12 horas si el individuo se ha sometido a presiones positivas de hasta 2 atmósferas y de 24 horas si la presión ha sido mayor.

c.—*Velocidad de ascenso.* Cuanto más rápida sea la disminución de la presión barométrica ambiental, mayor será la posibilidad de formación de burbujas de nitrógeno.

d.—*Duración de la exposición.* Cuanto mayor sea ésta más importante es la susceptibilidad a desarrollar la enfermedad. El inicio de los síntomas es raro antes de los cinco minutos de permanencia a una altura determinada, siendo su máxima incidencia entre los veinte y sesenta minutos de exposición. Así mismo la repetición de la exposición favorece su aparición, considerando que debe transcurrir un intervalo de 48 horas entre dos ascensos a alturas superiores a 25.000 pies.

e.—*Ejercicio físico.* Aumenta la incidencia de Enfermedad Descompresiva y disminuye la altura de aparición. Un ejercicio físico intenso aumenta en unos 5.000 pies la altura de exposición.

f.—*Temperatura.* La disminución de la misma favorece la aparición de Enfermedad Descompresiva.

g.—*Edad.* Existe una mayor incidencia con la edad, considerándose en nueve veces mayor la probabilidad de desencadenar Enfermedad Descompresiva a 28.000

**TABLA 4.** Manifestaciones clínicas de la EDC

TIPO I	TIPO II
Articulares (bends) Cutáneas	Respiratorias (chokes) Neurológicas Visuales Shock cardiocirculatorio

pies de altura durante 2 horas en personas de edad entre 27 a 29 años que entre los 17 y 19 años.

h.—**Sexo.** La mujer tiene una mayor incidencia de Enfermedad Descompresiva, debido a su mayor porcentaje de tejido graso.

i.—**Obesidad.** El tejido adiposo contiene más N<sub>2</sub> en solución que los demás tejidos, ya que este es cinco veces más soluble en grasa que en el agua, por lo que la incidencia es mayor en personas obesas.

j.—**Otros factores.** El alcohol, tabaco, dietas ricas en grasas, la deshidratación, forma física y la existencia de heridas o fracturas previas predisponen a la aparición de Enfermedad Descompresiva. Los estados de hipoxia y una variabilidad personal deben de tenerse en cuenta como otras circunstancias. Los diferentes factores predisponentes, se muestran en la tabla (3).

### Manifestaciones clínicas

Al menos teóricamente las burbujas de N<sub>2</sub> podrían localizarse en cualquier parte del organismo, sin embargo, la incidencia y localización de los síntomas solo afecta a determinados órganos y sistemas, por lo que teniendo en cuenta esta localización y el pronóstico, se clasifican los síntomas en tipo I y tipo II. Tabla (4).

**TIPO I.** Se incluyen aquellos casos en los que aparecen síntomas articulares o cutáneos.

Los *síntomas articulares*, también denominados "bends" son los más frecuentes de la Enfermedad Descompresiva, apareciendo en el 74% de los sujetos expuestos a 28.000 pies de altura durante 2 horas. Su localización más frecuente es a nivel de las extremidades, siendo las rodillas y los hombros las articulaciones más afectadas, seguidas de las de las manos, codos, muñecas, tobillos y caderas.

Se describe como un dolor de aparición gradual, de carácter profundo y rara vez punzante o

TABLA 5. Incidencia de síntomas de Enfermedad Descompresiva a 28.000 pies de altitud y durante 2 horas

SINTOMAS	%
Dolores articulares	74.0
Alteraciones respiratorias	4.5
Alteraciones cutáneas	7.0
Alteraciones visuales	2.0
Alteraciones neurológicas	1.0
Shock cardiocirculatorio	9.0
Otros	2.5

lacerante, y cuya intensidad varía. No es infrecuente que la aplicación de calor o analgésicos no calme el dolor.

Los *síntomas cutáneos* consisten principalmente en sensaciones de hormigueo, pinchazos o picor. A veces se encuentra un enrojecimiento de la región afectada. Aparecen en el 7% de los casos.

Estas manifestaciones son frecuentes antes de las 3 horas de la exposición, pero en un 1% de los casos pueden aparecer hasta 12 horas o más después de la descompresión.

**TIPO II.** Incluyen aquellos síntomas de procedencia neurológica o afectación del sistema cardiopulmonar.

Los *síntomas neurológicos* aparecen con mayor frecuencia en buceadores que en las exposiciones a la altura, siendo más típicos los síntomas por afectación del Sistema Nervioso Central en aviadores que los síntomas medulares.

Las manifestaciones neurológicas son muy variadas, en ocasiones aparecen de forma larvada como cambios de carácter o conducta, pérdida de memoria

TABLA 6. Tratamiento de Enfermedad Descompresiva

- O<sub>2</sub> al 100% por máscara.
- Descenso a nivel del suelo.
- Posición de Trendelenburg.
- Traslado a presión de 1 atmósfera.
- Tratamiento en Cámara Hiperbárica.

o alucinaciones. Otras veces se presentan como dolores de cabeza, alteraciones en la fonación, convulsiones, hormigueo e incluso parálisis.

Ocasionalmente se pueden acompañar de náuseas, vómitos y sensación vertiginosa.

Los *síntomas respiratorios* se conocen con el nombre de "chokes", caracterizado por la triada sintomática de dolor retroesternal que empeora con la inspiración profunda, tos seca no productiva y disnea o sensación de falta de aire.

Es un fenómeno raro que aparece habitualmente varias horas después de haber sido sometido a la descompresión pero importante por su gravedad.

Los *síntomas cardiovasculares* se caracterizan por la aparición del cuadro de shock, con disminución del pulso, palidez, hipotensión, sudoración fría, aumento de la frecuencia cardíaca y pérdida progresiva del nivel de conciencia.

Los *síntomas visuales* pueden aparecer como parte del cuadro neurológico o de forma aislada, siendo el más frecuente la visión borrosa, a veces acompañado de pérdida de visión periférica.

Además de estas manifestaciones clínicas de la Enfermedad Descompresiva existen síntomas por afectación del aparato gastrointestinal siendo su incidencia muy variable. En la Tabla (5) se muestra la incidencia de síntomas y signos de la Enfermedad Descompresiva.

### Diagnóstico

Debido a la variedad de síntomas que pueden aparecer en la Enfermedad Descompresiva, el diagnóstico se basará en los antecedentes de exposición a presiones inferiores al medio ambiente, teniendo presente aquellos factores predisponentes que fueron expuestos con anterioridad, prestando especial interés a las prácticas previas de buceo o de ejercicio físico intenso.

La aparición de síntomas en caso de pérdida brusca de presurización de la aeronave o tras el entrenamiento en Cámara Hipobárica deben hacernos sospechar la enfermedad, observando atentamente la evolución de estos individuos. Así mismo es relativamente frecuente que la prevención de las manifestaciones clínicas de la Enfermedad Descompresiva mediante la respiración previa de O<sub>2</sub> al 100%, no se realice adecuadamente, y se deberá tener en cuenta la posibilidad de aparición del cuadro en sujetos expuestos a alturas superiores a 25.000 pies.

Por último y como diagnóstico de exclusión, tenemos la desaparición de los síntomas al recomprimir al individuo en una Cámara Hiperbárica.

### Prevención

Evitar presiones barométricas ambientales superiores a los 20.000 pies de altitud asegura el no padecer Enfermedad Descompresiva, así mismo las variaciones bruscas de presión en los ascensos muy rápidos pueden desencadenar el cuadro por lo que se deberán reducir, sobre todo en los cambios de presión que se efectúan en las Cámaras Hipobáricas durante el entrenamiento fisiológico del personal de vuelo.

Evitar los estados de deshidratación, maniobras de buceo, ejercicio físico intenso y aquellos factores personales desencadenantes como obesidad, tabaco,

alcohol, y factores psicológicos.

En condiciones en las que se tenga que ascender a niveles superiores a 25.000 pies de altura, como en las prácticas de paracaidismo de los ejercicios HALO, se procederá a una respiración previa de O<sub>2</sub> al 100% durante un tiempo no inferior a 30 minutos, mediante máscara cerrada como la que se usa en aviación y en altura de la aeronave inferior a 10.000 pies. Con ello se consigue eliminar el aporte de nitrógeno del aire normal a los tejidos, facilitando la eliminación del existente con el aire expirado, por la diferencia de presión. Hay que tener presente que esta sencilla maniobra da una gran seguridad si se cumplen los requisitos anteriormente expuestos y un buen sellado de la máscara, así como que cualquier fallo en la desnitrógenización obliga a empezar a contar los treinta minutos de nuevo, sin que el tiempo ya transcurrido sirva como lavado del N<sub>2</sub>.

### Tratamiento

El tratamiento se iniciará colocando el regulador en posición de O<sub>2</sub> al 100% y descenso a nivel del suelo, ante la aparición de síntomas sospechosos de Enfermedad Descompresiva. En caso de pérdida súbita de presurización de cabina y aún en ausencia de síntomas se procederá de igual manera.

En caso de que los síntomas sean articulares o cutáneos, es

decir, típicos de Enfermedad Descompresiva Tipo I y desaparecen tras el descenso se observará al individuo durante tres horas administrándole O<sub>2</sub> al 100% si el médico de vuelo lo considera necesario.

Si los síntomas persisten tras el descenso o son típicos de Tipo II, se procederá a su traslado a una unidad de medicina hiperbárica dotada de Cámara Hiperbárica. El traslado del enfermo debe hacerse lo más rápido posible y con una presión de cabina lo más cercana a una atmósfera, se le administrará O<sub>2</sub> al 100% mediante máscara cerrada durante todo el traslado, colocándolo en posición de Trendelenburg lateral izquierdo, es decir, con la cabeza más baja que el resto del cuerpo y echado sobre el lado izquierdo para evitar que las burbujas venosas de N<sub>2</sub> lleguen al lado izquierdo del corazón y alcancen la circulación arterial. En la tabla (6) se resume el tratamiento de la Enfermedad Descompresiva.

El tratamiento en Cámara Hiperbárica consiste en aumentar la presión barométrica ambiental para comprimir las burbujas de nitrógeno hasta que vuelvan a estado de solución, desapareciendo el cuadro clínico.

El personal de vuelo que haya sufrido un episodio de Enfermedad Descompresiva Tipo I no deberá volar en los siete días siguientes así como se dejará un periodo de treinta días si el cuadro fue de Tipo II. ■

### TEST

**1. La patología más frecuente debida a los cambios de presión es:**

- a) Barotitis media
- b) Barosinusitis
- c) Enfermedad descompresiva
- d) Barodontalgia

**2. La patología más grave (con riesgo para la vida) de las originadas por los cambios de presión, entre las siguientes, es:**

- a) Barotitis media
- b) Baropatía abdominal

- c) Enfermedad descompresiva
- d) Barosinusitis

**3. La mejor prevención de Enfermedad descompresiva (EDC) es:**

- a) Respirar oxígeno al 100% en todas las ocasiones
- b) Evitar presiones de cabina equivalentes a altitudes superiores a los 20.000 pies
- c) Utilizar el pantalón anti-G
- d) No ingerir bebidas gaseosas antes de volar

**4. En caso de ser necesaria la exposición a altitudes superiores a 20.000 pies ¿qué debe hacerse para prevenir una EDC?**

- a) Respirar oxígeno al 100% durante los 30 minutos previos al vuelo, y continuar respirando O<sub>2</sub> 100% posteriormente
- b) Utilizar el traje anti-G
- c) No ingerir bebidas gaseosas durante las 24 horas previas al vuelo
- d) No se precisa ninguna precaución especial.