

DISBARISMOS

Autor: C.D.A.(S) Charles CUNLIFFE Checura

I. INTRODUCCIÓN

El concepto de "DISBARISMOS" constituye un término criticado por muchos autores, debido a que es ambiguo y poco preciso en cuanto al mecanismo de producción y gravedad del cuadro fisiopatológico al que se está refiriendo. Como se verá más adelante, los Disbarismos constituyen una serie de fenómenos fisiopatológicos, cuya gravedad para el ser humano son radicalmente distintos, hecho que esgrimen los detractores de término.

No obstante lo anterior, es imprescindible destacar que la totalidad de los cuadros fisiopatológicos agrupados bajo el concepto de disbarismo obedecen a una misma causa, consistente en los cambios que sufren los gases en el organismo humano, cualquiera sea su estado en que se encuentren, debido a variaciones de la Presión Barométrica.

Por lo mismo, teniendo presente la opinión de los detractores, pareciera lícito continuar utilizando el término de "DISBARISMOS" pero, con la salvedad que es necesario clasificar de inmediato el tipo o mecanismo de producción del cuadro fisiopatológico al que se está haciendo referencia.

II. DEFINICIÓN

Los Disbarismos son todos aquellos fenómenos fisiopatológicos que puede sufrir el organismo humano, producto de los efectos de los cambios que sufren los gases en el cuerpo, al ser sometidos a variaciones de la presión barométrica, con exclusión de los fenómenos relacionados con la Hipoxia de Altura.

III. CLASIFICACION

Los Disbarismos se clasifican según mecanismo de producción en:

- A. Por Efecto Mecánico de la variación de volumen de gases atrapados.
- B. Por Enfermedad por Descompresión.

IV. LEYES DE LOS GASES IMPLICADOS

A. Ley de Difusión Gaseosa:

Esta Ley se refiere a la difusión o movimiento de gases desde áreas de mayor presión hacia áreas de menor presión, hasta lograr el equilibrio. Esta ley explica, entre otras cosas, el motivo de la entrada de oxígeno y también del nitrógeno desde el aire ambiente al interior del organismo. Pero, al disminuir la presión atmosférica puede revertirse este movimiento de gases, produciendo efectos perjudiciales sobre el organismo humano.

B. Ley de Henry:

Esta ley se refiere al fenómeno que ocurre al estar un gas en contacto con una fase líquida, en la cual, dependiendo directamente de la presión a la que se encuentre dicho gas, una cierta cantidad de moléculas del gas se disolverá en el líquido hasta igualar las presiones.

Esta ley, en conjunto con la Ley de Difusión Gaseosa, nos explica que los 573 mmHg a que se encuentra el nitrógeno en el alvéolo pulmonar a nivel del mar, se encuentran en equilibrio de presión con 1.200 ml. de nitrógeno disuelto en los líquidos orgánicos. Al disminuir la presión a nivel del alvéolo se revierte el proceso y el nitrógeno orgánico disuelto tiende a salir hacia la zona de menor presión.

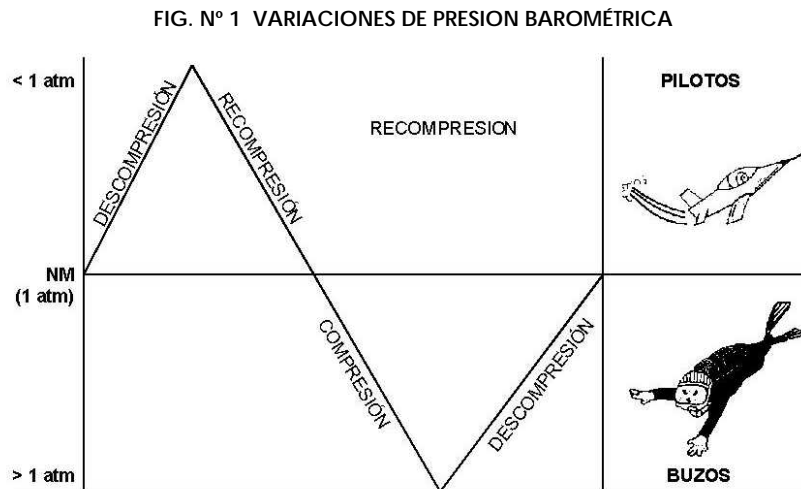
Si esta salida se hace en forma brusca, sobrepasando la capacidad normal de eliminación, las moléculas del nitrógeno disueltas en los líquidos pueden confluír, llegando a formar burbujas en estado gaseoso en el interior de los líquidos, desencadenando la Enfermedad por Descompresión.

C. Ley de Boyle:

Esta ley se refiere a la expansión o contracción de volumen que sufren los gases, al ser sometidos a variaciones de presión, en una relación inversa. Al disminuir la presión de un gas, éste tiende a aumentar su volumen y viceversa. A modo general, se puede decir que al disminuir la presión atmosférica a la mitad, a un tercio, etc., el volumen final del gas corresponderá al doble, al triple, etc. Este fenómeno adquirirá real importancia en aviación, al someter los gases atrapados en cavidades orgánicas, sean rígidas o no, los cuales, al no poder difundir libremente, ejercerán variaciones de presión mecánica sobre las estructuras que los contienen.

V. CAMBIOS DE PRESION BAROMETRICA QUE PUEDE SUFRIR EL SER HUMANO

En general, salvo excepciones muy particulares, el ser humano que vive en la superficie terrestre no sufre cambios significativos de Presión Barométrica. Distinto es el caso de Pilotos o Buzos, que sí pueden ser sometidos a cambios barométricos importantes como se ilustra en figura N° 1.



En ambos casos, al estar sometidos a compresiones / descompresiones, guardando las proporciones con las magnitudes de las variaciones de presiones involucradas, tanto pilotos como buzos son expuestos a todo tipo de "Disbarismos", siendo los más graves aquellos por Enfermedad por Descompresión.

VI. POR EFECTO MECANICO DE LA VARIACION DE VOLUMEN DE GASES ATRAPADOS.

Cuadros Clínicos:

- A. EXPANSION DE GASES GASTRO INTESTINALES
- B. BAROTITIS MEDIA

- C. BAROSINUSITIS
- D. BARODONTALGIA
- E. SOBRE DISTENSION PULMONAR
 - Neumotórax
 - Neumomediastino
 - Embolia Aérea

A. Expansión de Gases Gastrointestinales

Corresponde al cuadro clínico más frecuente de este tipo de disbarismos que presentan los Pilotos. Se deben a la distensión que sufren las asas intestinales por la expansión de volumen de los gases atrapados en su interior. Pueden notarse durante cualquier ascenso, siendo frecuentes sobre FL 150 y habituales sobre FL 300. El dolor cólico que puede inducir, dependiendo de la magnitud de éste, puede abarcar desde una simple distracción de la atención, inducir una hiperventilación e incluso llegar a hacer abortar la misión por dolor. Aún más, si la distensión es más severa, puede incluso comprimir el diafragma, dificultando en cierta medida la respiración.

Por este motivo adquieren importancia los hábitos alimenticios del Piloto. Normalmente se trata de evitar alimentos flatulentos, irritantes específicos y también el evitar la aerofagia (tragar aire), lo que sucede al masticar chicle, fumar o tragar a grandes sorbos. Asimismo, es evidente que cualquier inflamación intestinal previa al vuelo va a agravar esta condición.

B. Barotitis Media

Debe recordarse que el oído medio es una cavidad horadada en el espesor del hueso temporal del cráneo, conectada a la faringe a través de un conducto denominado "TROMPA DE EUSTAQUIO". En una de las paredes de esta cavidad se encuentra el tímpano que se mueve al vaivén de las ondas de presión sonoras.

La Barotitis media corresponde a la inflamación del tímpano, producido por los cambios de volumen o presión del aire existente en el interior del oído medio, no compensado con la presión externa, debido a obstrucciones totales o parciales de la trompa de eustaquio, lo que crea una diferencia de presión transtimpánica.

Durante el ascenso, el aire en el interior del oído medio se expande, debiendo el exceso de volumen gaseoso salir hacia la faringe para equilibrar la presión transtimpánica. Si la trompa está obstruida, el tímpano protruye hacia el exterior produciéndose la inflamación de éste. Al revés, durante el descenso, al recomprimirse el aire en el interior del oído medio, disminuye el volumen cayendo la presión dentro de él, lo que induce que el tímpano protruya hacia el interior con la consiguiente inflamación de éste. Para equilibrar la presión transtimpánica se necesita que penetre aire desde la faringe al oído medio a través de la trompa, la cual debe estar indemne para cumplir con esta función.

Por lo tanto, el tratamiento en vuelo depende del momento en que se produzca la molestia. Si se desencadena durante el ascenso es necesario bostezar o tragar saliva, para facilitar la salida del aire. Si se produce durante el descenso, se puede efectuar la maniobra de Valsalva (soplar con nariz y boca tapadas), lo que fuerza la entrada de aire al oído medio.

Independientemente de lo anterior, la experiencia indica que la Barotitis media se produce con mayor frecuencia e intensidad durante el descenso que durante el ascenso. Esto se debe a que anatómicamente para la Trompa de Eustaquio le es más fácil dejar salir el aire a dejarlo entrar.

Para la aviación, la barotitis, junto a la barosinusitis, es la molestia más importante de este tipo de disbarismo, siendo quizás la causa más frecuente de suspensión de misiones, independientemente de la desatención e hiperventilación que pueden inducir sólo por el dolor que producen. Asimismo, de más esta señalar la necesidad de evitar actividades aéreas con inflamación previa de la vía aérea superior respiratoria, lo cual facilita enormemente este cuadro clínico.

C. Barosinusitis

Su fisiopatología es similar a lo que ocurre en la Barotitis media. Recordar que los senos paranasales son cavidades en los huesos de la cara, conectados a la fosa nasal por medio de conductos o meatos, los cuales pueden estar total o parcialmente obstruidos.

Al ascender, el volumen interno se expande y dado que no puede salir hacia la fosa nasal, comprime a la mucosa (tejido de revestimiento interno) contra el hueso, produciendo dolor de diversa intensidad. Al descender, el aire interno se comprime y cae la presión, lo cual haría que penetrase el aire pero, si el conducto está tapado se produce una diferencia de presión interna / externa, lo cual desencadena dolor en el sitio de la obstrucción del conducto.

D. Barodontalgia

Las obturaciones dentales pueden en ocasiones dejar una burbuja de aire atrapado. Si en el interior del diente, el cual es poroso y tiene raíces nerviosas sensitivas, se expande el aire, éste puede llegar a comprimir el nervio, desencadenando el dolor clásico dental. Caso similar sucede al encontrarse inflamada la encía, la cual puede tener algunas burbujas de aire producidas por las bacterias responsables de la inflamación.

E. Sobredistensión Pulmonar

No debe olvidarse que el pulmón también es una cavidad llena de aire, comunicado con el exterior a través de la tráquea, Si se expande el pulmón, el exceso de volumen debe salir para equilibrar las presiones, lo cual sucede normalmente. En ciertas situaciones, como la que sucede en la Descompresión Rápida o en la Descompresión Explosiva, el exceso de volumen del pulmón no logra salir en forma oportuna a través de la traquea, por limitación de flujo, produciendo en ese momento una sobredistensión del pulmón.

Si lo anterior sucediese, esta sobredistensión brusca puede romper los tejidos pulmonares, comunicando directamente la presión ambiente con la cavidad pleural (espacio al vacío entre la caja torácica y el pulmón), permitiendo la entrada de aire a esta cavidad con el consiguiente colapso pulmonar, lo que se llama "NEUMOTORAX". Asimismo, puede romperse hacia el MEDIASTINO (parte central del tórax, donde se encuentra el corazón, los grandes vasos sanguíneos, el esófago y otras estructuras), produciendo lo que se llama "NEUMOMEDIASTINO". Por último, puede romperse la unión alvéolo-capilar del pulmón, lo que permite la entrada masiva de aire a la circulación sanguínea, pero en este caso no disuelto en el líquido del plasma sino que, como burbujas de aire, lo que se denomina "EMBOLIA AEREA".

Si bien es cierto que estos cuadros clínicos no son frecuentes en aviación, los tres cuadros clínicos anteriormente descritos son muy graves, amenazando directamente la sobrevivencia del individuo al afectar severamente la función cardio-respiratoria. Por este motivo, estos disbarismos deben tenerse

presente en las actividades aéreas, en especial frente a situaciones de descompresión rápida o explosiva.

VII. ENFERMEDAD POR DESCOMPRESION

Cuadros Clínicos

- A. Bends (dolores articulares)
- B. Manifestaciones Dérmicas
- C. Chokes (ahogos)
- D. Manifestaciones Neurológicas
- E. Manifestaciones Vasomotoras

A. Bends

Las burbujas de nitrógeno desprendidas de los líquidos orgánicos pueden llegar a localizarse a nivel de las articulaciones o zonas vecinas, produciendo una inflamación y por lo tanto dolor de dichas zonas.

Esta condición fisiopatológica es el cuadro más frecuente de este tipo de disbarismos, que sufren tanto pilotos como buzos. En el caso específico de pilotos, las articulaciones que más se comprometen son de extremidades superiores, debido a que son éstas las que más mueve; en cambio, en el caso de los buzos, las articulaciones más comprometidas son las de las extremidades inferiores.

Normalmente este cuadro clínico, que sólo produce dolor, cede durante el descenso (al volver a comprimirse), sin embargo, hay dos hechos que deben tomarse en cuenta:

- El primero dice relación a que este cuadro puede aparecer durante el descenso en forma tardía, incluso después de haber aterrizado.
- Lo segundo se refiere a su gravedad puesto que, aunque sólo produzca dolor, significa que el organismo está burbujeando y por lo tanto, puede sobrevenir en cualquier momento otra manifestación de Enfermedad por Descompresión, pero que revista gravedad importante. Por esta razón, si al descender no desaparecen las molestias de los Bends, el piloto debe aterrizar y buscar atención médica.

B. Manifestaciones Dérmicas

En este caso, las burbujas de nitrógeno que están circulando en la sangre se atascan en los recodos de los pequeños vasos sanguíneos que irrigan la piel, produciendo obstrucción del flujo sanguíneo (alteración de la oxigenación y remoción de desechos), lo que desencadena trastornos en la piel afectada, tales como prurito, cambios de color e hinchazón.

Dado que la piel es un órgano con bastante tolerancia a la agresión y además, como no se le considera dentro de los órganos nobles, la gravedad de este cuadro es discreta, no obstante, también significa que el organismo está burbujeando y en cualquier momento puede sobrevenir otra manifestación por descompresión de mayor gravedad.

C. Chokes

Corresponde a cuadro clínico grave, expresado inicialmente como manifestaciones de dificultad respiratoria de diversa magnitud. En este caso, las burbujas de nitrógeno que han pasado a la circulación sistémica se atascan y obstruyen los vasos sanguíneos pulmonares, produciendo una falla aguda del intercambio gaseoso a nivel alvéolo-capilar, lo que conduce a la postre a una situación de hipoxia severa y falla cardíaca.

Evidentemente que la gravedad de este cuadro clínico va a depender de la cantidad de vasos sanguíneos pulmonares obstruidos, no obstante, cualquier manifestación de este disbarismo requiere hospitalización urgente y tratamiento médico especializado en Cámara Hiperbárica (de recompresión).

D. Manifestaciones Neurológicas

En forma simplista se puede decir que el sistema nervioso está conformado por una estructura neurológica central (cerebro, cerebelo y médula) y una red de circuitos periféricos (nervios). Ambos conjuntos están compuestos por una serie de células especializadas, entre las cuales destacan las células nerviosas. Estas células son particularmente sensibles a la falta de oxígeno y por lo tanto, cuando las burbujas de nitrógeno obstruyen los vasos sanguíneos que llevan el oxígeno a estas células, se puede producir una amplia gama de manifestaciones neurológicas, desde un simple dolor o alteración de la función de un nervio periférico específico hasta obstrucciones de flujo sanguíneo (infarto) a algún territorio del cerebro.

Al igual que en el caso de los chokes, la gravedad de este cuadro va a depender de la estructura o territorio afectado. No obstante, cualquier manifestación neurológica obliga a la hospitalización y tratamiento médico especializado en Cámara Hiperbárica.

E. Manifestaciones Vasomotoras

En este caso, el burbujeo del nitrógeno es tan intenso que produce una obstrucción masiva de vasos sanguíneos de diverso calibre, produciendo cualquier tipo de manifestación por Descompresión. Sin embargo, lo más grave que implica este cuadro se debe a que el corazón debe bombear contra una gran resistencia, produciendo agotamiento de este órgano, con la consiguiente caída en la presión arterial y shock cardiocirculatorio, cuadro que reviste una gravedad extrema.

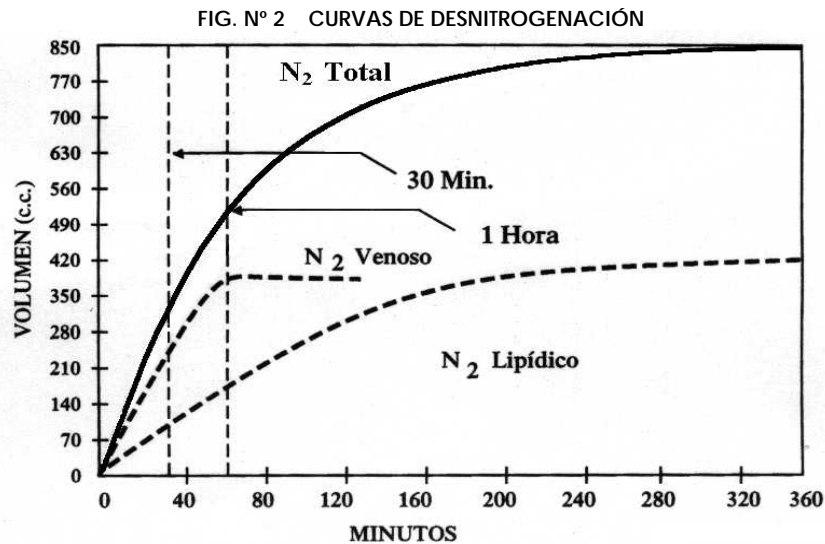
VIII. PREVENCIÓN DE LA ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN

Considerando la gravedad que pueden implicar las diversas manifestaciones de la Enfermedad por Descompresión, el mejor tratamiento que se puede hacer es su prevención.

En aviación se sabe que la Enfermedad por Descompresión es infrecuente bajo FL 250, incrementando rápidamente sobre esta altura llegando a ser habitual sobre FL 350. Por lo mismo, parece lógico que para prevenir estos cuadros clínicos, se deba impedir que el piloto ascienda sobre esta altura, situación que es ampliamente respetada por las cabinas presurizadas normales. En el caso de aviones de combate presurizados, esto se logra gracias a que el diseño tecnológico de estos aviones contempla una altura de cabina no superior a los 25.000 pies. En aquellos casos en que la altura de cabina pueda sobrepasar esta altura, se implementa además con un traje semi-presurizado o presurizado, lo cual, en conjunto con la cabina presurizada, mantiene al Piloto bajo los 25.000 pies.

En el caso de aeronaves no presurizadas, normalmente su techo operacional por manual no excede los 25.000 pies. Sin embargo, muchos de estos aviones tienen la capacidad de operar a alturas mayores y la forma de proteger al Piloto en estos casos, es removiendo previamente de su organismo el nitrógeno disuelto en sus líquidos corporales.

La remoción del nitrógeno disuelto, lo que se llama "DESINITROGENACION", se logra mediante la respiración de oxígeno 100% durante treinta minutos, previo al ascenso, lo cual desplaza al nitrógeno del alvéolo pulmonar induciendo una caída de la presión parcial de éste. Esta pérdida del equilibrio de presiones, aplicando la Ley de Difusión gaseosa en combinación con la Ley de Henry, hace que el nitrógeno disuelto del organismo migre en forma controlada hacia al alvéolo y del alvéolo a la atmósfera. De esta forma, se logra extraer aproximadamente 300 a 400 ml de nitrógeno disuelto, como se ilustra en figura N° 2, lo cual asegura casi en un 100% que el individuo, al ser sometido a continuación a una disminución de presión barométrica, el nitrógeno disuelto restante en el organismo no sobrepasará la capacidad de eliminación normal de nitrógeno.



Debe tenerse presente que si se ha efectuado una desnitrogenación con oxígeno al 100%, no debe suspenderse el aporte de éste, dado que de lo contrario se repone rápidamente el nitrógeno en el organismo, lo cual implica riesgo de Enfermedad por Descompresión. Asimismo, si se efectúan buceos con aire comprimido, lo cual significa un aumento de la cantidad de nitrógeno disuelto por exposición del organismo a presiones superiores a la atmosférica, es de sumo riesgo efectuar vuelos, aunque sean a 8.000 pies de altura, durante las 24 horas siguientes al buceo, debido a que aún no ha salido todo el nitrógeno disuelto en exceso por esta actividad.

Finalmente, si a pesar de todo lo anterior se presentasen síntomas compatibles con una Enfermedad por Descompresión en vuelo, el procedimiento que se debe seguir es el siguiente:

- Oxígeno al 100 % - iniciar descenso de inmediato
- Aterrizar en cuanto sea posible, permaneciendo con oxígeno al 100%
- Buscar ayuda médica calificada
- La desaparición de síntomas durante el descenso no implica que la emergencia haya pasado.
- Tener presente que los síntomas pueden aparecer en cualquier momento durante las primeras 24 horas de exposición.