

11236
38 2.ej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**



FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Hospital de Especialidades Centro Médico Nacional

I. M. S. S.

"BAROTRAUMA EN OTORRINOLARINGOLOGIA"

TESIS DE POSTGRADO

PARA OBTENER EL TITULO EN LA

ESPECIALIDAD DE OTORRINOLARINGOLOGIA

P R E S E N T A :

FRANCISCO IRAN VILLELA RAMOS



MEXICO, D. F.

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

1) INTRODUCCION	1
2) DEFINICION	3
3) LEY DE BOYLE	6
4) REGULACIONES DE PRESION EN VUELOS AEREOS	10
5) ANATOMIA Y FISILOGIA APLICADA DE LA TROMPA DE EUSTAQUIO Y SENOS PARANASALES	14
6) BAROTRAUMA DEL OIDO MEDIO	21
7) BAROTRAUMA HIPERBARICO DEL OIDO MEDIO	30
8) BAROTRAUMA HIPERBARICO DEL OIDO INTERNO	36
9) VERTIGO ALTERNOBARICO	42
10) BAROTRAUMA DE LOS SENOS PARANASALES	44
11) CONCLUSIONES	47
12) BIBLIOGRAFIA	49

I N T R O D U C C I O N

El objetivo de este trabajo es brindar al otorrinolaringólogo información básica sobre los efectos que los cambios de presión ejercen sobre el oído y senos paranasales.

Estos efectos ya no se limitan a pocas personas como ocurriría hace pocos años, sino que ocurre con alguna frecuencia en las miles de personas que utilizan transporte aéreo diariamente; y qué no decir de la tripulación de aeronaves que están expuestas con regularidad, a los efectos de los cambios de presión durante el vuelo, además de las personas que practican el buceo, ya sea por deporte o profesión, entre todas estas personas expuestas a las alteraciones barométricas, existe un número no determinado de las mismas que va en busca de ayuda médica por problemas presentados con los cambios de presión.

Aunque muchos otorrinolaringólogos aprenden el mecanismo y manejo del barotrauma, los residentes usualmente reciben poco entrenamiento en esta área, por lo que consideramos que el presente trabajo de revisión bibliográfica motiva a profundizar en este aspecto de la especialidad.

Enfatizamos que se tratará el tema en la forma más simple posible en el aspecto relacionado con la física que en ocasiones resulta árido, pero que es necesario para entender la patología motivo de este tema.

Finalmente, el hecho de que el barotrauma sea muy raramente observado, en la consulta diaria, no justifica que ignoremos los aspectos más relevantes de su presentación.

D E F I N I C I O N

BAROTRAUMA: Es el daño tisular resultante de cambios de volumen de un gas en un espacio real, como resultante de cambios en la presión ambiental (1).

Para mejor comprensión de la definición, los términos y las siglas relacionados se describen a continuación.

BAROTRAUMA DEL OIDO MEDIO: Es la afección del oído medio resultante de la diferencia entre la presión atmosférica del ambiente y la presión del aire en el oído medio, durante vuelos aéreos (2).

BAROTRAUMA DE LOS SENOS PARANASALES: Es la afección de los senos paranasales resultante de la diferencia entre la presión atmosférica del ambiente y la presión del aire en los senos paranasales, durante vuelos aéreos. (2).

BAROTRAUMA HIPERBARICO: Es la afección del oído medio o senos paranasales resultante de la diferencia entre la presión ambiental y la presión del aire en el oído medio o senos paranasales, como resultante de inmersión por abajo del nivel del mar.

Las unidades de presión utilizadas son:

ATMÓSFERA: Es una capa gaseosa que rodea a la tierra, se extiende a una altitud de 16 kilómetros por sobre el nivel del mar. Como unidad de presión, una atmósfera equivale a la presión ejercida sobre una superficie, que a nivel del mar es de 14.7 libras por pulgada cuadrada (PSI) o el equivalente en una columna de mercurio a 760 mm (2).

PRESIÓN ATMOSFÉRICA: Es la presión ejercida por la atmósfera, que a nivel del mar es de 760 mmHg y disminuye al aumentar la altura. A 5,500 metros de altitud es de 380 mmHg o sea la mitad que a nivel del mar (3).

PRESIÓN AMBIENTAL: Es la presión que ejerce sobre un objeto el medio que lo rodea (2).

PRESIÓN ABSOLUTA (ATA): Utilizada en buceo, es el equivalente a la presión ejercida por el agua más la presión atmosférica a nivel del mar. A 10 metros de profundidad la presión es de 760 mmHg (1 atmósfera), de ahí que la presión absoluta a 10 metros de profundidad equivale a 2 atmósferas absolutas por definición.

Aunque anteriormente se menciona la terminología a utilizar en este trabajo, la literatura tiene una amplia mezcla de definiciones relacionadas, como son: TRAUMA ALTERNOBARICO, HIPERBARIA, BAROTITIS MEDIA, BAROTRAUMA DEL OIDO INTERNO, BAROTRAUMA OTICO, AERO-OTITIS, SALPINGOTIMPANITIS, OIDO DEL AVIADOR, SORDERA DE LOS TRABAJADORES DE CAISSON, ENFERMEDAD DE CAISSON, ETC.

Otra patología que no es barotrauma pero si es confundida clínicamente, es la denominada "ENFERMEDAD POR DESCOMPRESION", que es ocasionada por la formación de burbujas de nitrógeno en los vasos de coclea, sistema endolinfático y perinlinfático, que es causa de la anoxia tisular, y que no será motivo de revisión en este trabajo (4,5).

LEY DE BOYLE

"A temperatura constante, el volumen de un gas, es inversamente proporcional a la presión de ese gas" (3).

$PV = a$ una constante, una temperatura constante. P es igual a la presión, y V es igual al volumen de un gas.

Dicho de una forma simple y práctica, el volumen de un gas aumenta si la presión ambiental disminuye y viceversa; el volumen de un gas se reduce cuando hay aumento de la presión ambiental.

Esta Ley no tendría mayor revelación médica para la persona que realiza viajes aéreos o que desciende por abajo del nivel del mar, si no fuese porque el cuerpo humano tiene espacios aéreos en el cráneo, como lo son el oído y los senos paranasales, que poseen válvulas que al funcionar normalmente permiten el libre intercambio gaseoso con el medio ambiente.

Pero cuando estas válvulas fallan en su función es cuando se presentan las alteraciones patológicas de estas estructuras, con las características propias del mecanismo barotraumático desencadenadamente.

La presión atmosférica a nivel del mar es de 760 mmHg. Aunque la atmósfera se extiende a una gran altura sobre el nivel del mar la mitad de la presión atmosférica (380 mmHg) está localizada a 5,500 metros (TABLA 1 FIGURA 1)

Esto demuestra el hecho que los mayores cambios de presión atmosférica ocurren a alturas bajas.

Como ejemplo práctico diremos que un individuo bajando rápidamente 150 metros en un elevador a nivel del mar tendrá mayores cambios de presión por unidad de altura, que si descendiera una altitud similar en un avión estando a 7 mil metros de altitud (3).

Por otro lado, al descender por abajo del nivel del mar, y de acuerdo con la Ley de Boyle, la presión varía inversamente con el volumen a temperatura constante: por lo tanto, si la presión se duplica, este gas es comprimido a la mitad de su volumen, esto significa que un volumen de aire de 1 litro estando a nivel del mar, será de 0.50 litros a 10 metros de profundidad, de 0.33 litros a 20 metros y de 0.25 litros a 30 metros, etc. (1).

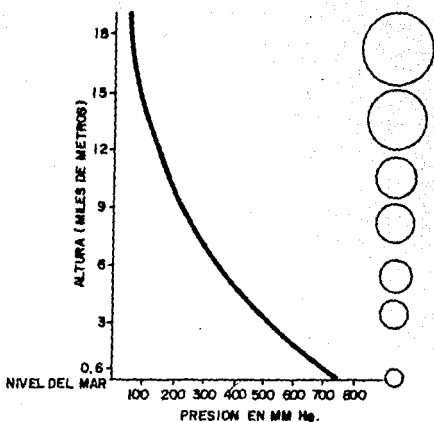


FIGURA 1

RELACION ENTRE PRESION BAROMETRICA Y ALTURA,
A LA DERECHA SE ILUSTRAN LOS VOLUMENES RELATIVOS
QUE OCUPARIA UNA MASA DE AIRE A DISTINTAS ALTURAS
Y A TEMPERATURA CONSTANTE.

A L T I T U D		P R E S I O N	

3			
PIES X 10	METROS	mmHg	PSI

0	0	760.0	14.7
1	304.8	732.9	14.2
2	609.6	706.7	13.7
3	914.4	681.2	13.2
4	1,219.2	656.4	12.7
5	1,524.0	632.4	12.2
6	1,828.8	609.1	11.8
7	2,133.6	586.5	11.3
8	2,438.4	564.6	10.9
9	2,743.2	543.4	10.5
10	3,048.0	522.8	10.1
12	3,657.6	483.5	9.3
14	4,267.2	446.6	8.6
16	4,876.8	412.1	7.9
*18	*5,486.4	*379.8	*7.3
20	6,096.0	349.3	6.8
22	6,705.6	321.3	6.2
24	7,315.2	294.9	5.7
26	7,924.8	270.3	5.2
28	8,533.4	247.4	4.8
30	9,144.0	226.1	4.4
32	9,753.6	206.4	3.9
34	10,363.2	187.2	3.6
36	11,582.4	155.4	3.0
40	12,192.0	141.2	2.7

TABLA 1.

TABULACION DE LA PRESION (EN UNIDADES DE mmHg Y PSI) CON AUMENTOS DE ALTURA DE 1000 PIES Y SU EQUIVALENTE EN METROS

REGULACIONES DE PRESION EN VUELOS AEREOS

Los vuelos civiles no presurizados, generalmente no sobrepasan una altura mayor de 3,000 metros sobre el nivel del mar. Las aerolíneas comerciales vuelan entre los 10,000 y 12,000 metros ya que poseen cabinas presurizadas.

La cabina presurizada es mantenida igualmente a una presión diferencial constante de 8.5 PSI mayor que la presión ambiental. A las alturas habituales, la presión de la cabina es mantenida artificialmente a un equivalente de 1,500 a 2,400 metros de altura sobre el nivel del mar. Como se observa en la tabla 1, la presión en la cabina en estos rangos equivale a una disminución entre 151 y 197 mmHg menor que la presión a nivel del mar; estas diferencias entre la presión de la cabina y la del ambiente son suficientes para ocasionar barotrauma del oído o senos paranasales en personas con dificultades para equilibrar presiones (6).

Aunque los cambios de presión en la cabina han sido programados de modo que sean graduales, las válvulas y los reguladores se descalibran por el uso y exposición a los alquitranes y sustancias químicas provenientes del humo de cigarrillos y de otros contaminantes. Los aviones modernos tienen reguladores de presión completamente automáticos y los modelos más antiguos los tienen semiautomáticos o manuales.

Los reguladores de presión automáticos, producen cambios de presión paulatinos y están calibrados para modificar la presión de la cabina a un promedio de 105 metros por minuto, independientemente de la celeridad con que asciende el avión; este aumento de altitud del avión no suele ocasionar cambios importantes en la presión de la cabina hasta que llega a ser de 4,800 metros, cuando la capacidad de los compresores de 8.5 PSI se excede (FIGURA 2), los aumentos de altura superiores a 4,800 metros sí tendrán influencia sobre la presión de la cabina (6).

Los aumentos repentinos de la presión en la cabina que se observan estando en tierra, suelen deberse a que se cambian de la fuente de alimentación de tierra a los acondicionadores de aire del avión una vez puestos en marcha los motores. Aunque los pasajeros pueden captar estos cambios de presión, no ocasionan problemas de importancia porque poco después, el avión habrá de llegar a una altura en la que la presión de la cabina irá disminuyendo (3).

Los problemas surgen una vez que el avión inicia el descenso, y la disminución gradual de la presión en la cabina puede ocasionar daño por barotrauma antes que el individuo note el cambio. Con una presión diferencial de 80 mmHg la Trompa de Eustaquio de una persona normal se cierra, y en personas con alteraciones anatómicas, presiones diferenciales menores pueden desencadenar barotrauma.

Esta presión diferencial de 80 mmHg ocurre con un descenso desde 11,200 metros hasta 8,100 metros sin nivelar presiones (3).

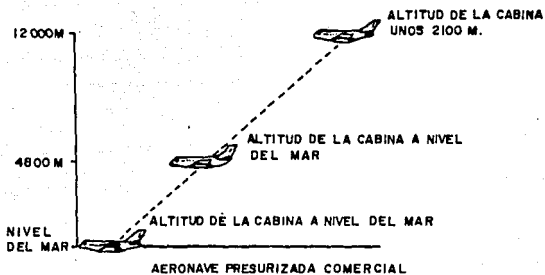


FIGURA 2

ALTITUD DE LA CABINA EN UN AVION PRESURIZADO
COMERCIAL A DISTINTAS ALTURAS SOBRE EL NIVEL
DEL MAR.

ANATOMIA Y FISILOGIA APLICADA DE LA TROMPA DE EUSTAQUIO Y SENOS PARANASALES

La Trompa de Eustaquio semeja a un tubo que se extiende desde el oído medio hasta la nasofaringe y está formada de hueso, cartilago y tejido fibroso.

La porción ósea se inicia en la pared anterior de la cavidad timpánica, y gradualmente se estrecha dirigiéndose hacia abajo, adelante y medial en aproximadamente 12 mm. de longitud, finalizando en el ángulo de unión de la porción escamosa con la petrosa del hueso temporal.

La porción cartilaginosa se extiende desde la porción ósea a la pared lateral de la nasofaringe, esta sección es de aproximadamente 24 mm. de longitud y está formada por una lámina triangular de fibrocartilago elástico con su ápex insertado en la porción ósea, y su base colocada directamente por debajo de la mucosa de la nasofaringe, en donde forma una prominencia denominada Torus Tubárico. El borde superior de este cartilago se desdobra lateralmente y toma la forma de un anzuelo de sección en cruz, abriéndose hacia abajo y lateralmente: las paredes laterales del canal son completadas por tejido fibroso. La luz de la Trompa de Eustaquio se estrecha en la unión ósea cartilaginosa la cual se denomina el istmo, para luego ensancharse en ambas direcciones y teniendo un diámetro mayor en el orificio faríngeo, al reposo, la luz de la porción cartilaginosa es vertical y de paredes de oposición.

La mucosa de la Trompa de Eustaquio y de oído medio es una extensiódirecta de la mucosa de la nasofaringe, es delgada en la porción ósea, pero gruesa, muy vascular y con numerosas glándulas mucosas en la porción cartilaginosa. Cerca del ostium posee una cantidad variable de tejido linfático conocido como amígdalas de la Trompa de Eustaquio o de Gerlachz.

La Trompa de Eustaquio normalmente permanece cerrada, abriéndose únicamente por contracción de los músculos que ejercen tensión sobre el Torus Tubárico, que son el elevador del velo paladar, tensor del velo palatino y salpingofaríngeo (6); aunque algunos autores consideran que la apertura de la Trompa de Eustaquio sólo se realiza por contracción de el tensor del velo del paladar exclusivamente (7).

Por otro lado, la membrana timpánica funciona normalmente únicamente cuando la presión atmosférica es igualada por ambos lados. la tensión resultante de la desigualdad de presiones causa dolor de intensidad variable según el grado de estiramiento de la membrana timpánica también llega a impedir su función vibratoria (8.9), y en ocasiones romperla.

Actualmente está bien comprobado que la deglución, el bostezo y el estornudo producen la apertura transitoria de la Trompa de Eustaquio en forma refleja (7). Los movimientos respiratorios no abren la Trompa y tampoco influyen el respirar con la boca ni la elevación simple del paladar blando.

En la caja timpánica hay una ligera presión negativa por el constante egreso del aire a través de las paredes del oído medio; esta presión es de 0.5 a 4 mmHg en el oído normal. La Trompa se abre por actividad muscular cuando la diferencia de presión aumenta a un rango comprendido entre 20 a 40 mmHg (9).

En consecuencia, cuando la Trompa de Eustaquio se abre al deglutir, llega aire desde la nasofaringe para igualar la presión en el oído medio. Ingelstedt (1963) demostró que si se ocluye la Trompa de Eustaquio, al cabo de una hora, la presión intratimpánica es de 10 a 20 mmHg menor que la extratimpánica. asimismo demostró que la cantidad de gas atraído a la cavidad timpánica durante el acto de la deglución disminuye a medida que la presión negativa en el espacio cerrado del oído va en aumento. Así una presión negativa de -25 mmHg en el oído medio con una presión positiva de 5 mmHg en la nasofaringe representa el mismo gradiente de presión que si hubiese -30mmHg de presión en el oído medio solamente, pero se demostró que en el primer caso el flujo de aire es ocho veces mayor que en el segundo. Ingelstedt llamó a esto mecanismo de "succión oclusiva" y se debe al estrechamiento de el istmo por succión directa por la presión más baja en la cavidad timpánica. Parece que la ligera presión positiva en la nasofaringe supera este efecto de la presión negativa (9).

Se realizaron estudios en pacientes con síntomas catarrales agudos por resfriado común. En ellos persistía una pequeña

presión intraaural negativa de -5 mmHg que no se pudo eliminar con la deglución, mientras que en voluntarios sanos hubo que reducir la presión intratimpánica a -30 ó -50 mmHg para que la Trompa de Eustaquio se "cerrara": sin embargo, este fenómeno desaparecía al inducir una pequeña presión nasofaríngea positiva. Es evidente, entonces, que la mucosa tumefacta por la inflamación aguda acentúa la acción oclusiva por medio del mecanismo de succión que mencionamos anteriormente (10).

Fisiología Especial: Iniciando un ascenso a nivel del mar con incrementos de 30 a 50 metros, que equivale a disminuir la presión en el oído medio de 3 a 5 mmHg con respecto a la presión atmosférica, no se observan efectos conscientes para el individuo. Al incrementar la altura comienza a presentarse una leve sensación de plenitud aural, y al exámen físico se observa la membrana timpánica ligeramente abultada. La sintomatología se incrementa al aumentar la altura y por consiguiente aumenta el volumen, y al existir una presión diferencial de aproximadamente 15mmHg, lo cual ocurre a los 150 metros de altitud, súbitamente se percibe un clic en el oído que indica la apertura de la Trompa de Eustaquio, en este momento la sintomatología desaparece y la membrana timpánica regresa a su posición normal al equilibrarse las presiones; a partir de esta altura la Trompa de Eustaquio se abrirá pasivamente con cada incremento de altura aproximadamente 150 metros; esta respuesta a un aumento de

altura relativamente constante, obedece a que el aire es menos denso a alturas mayores por lo que circula mejor por la Trompa de Eustaquio aunque el gradiente de presión disminuya. Cuando se inicia el descenso, la presión atmosférica se incrementa, y la porción cartilaginosa de la Trompa de Eustaquio se colapsa debido a la presión cada vez mayor sobre sus paredes, lo que no permite la entrada de aire para igualar presiones, lo cual se logra utilizando maniobras ventilatorias voluntarias como las de Toynbee (tragar con la nariz ocluida) y la de Valsava (aumentar la presión nasofaríngea teniendo cerrada la nariz y la boca); pero estas maniobras se deben de realizar antes de que la presión diferencial sea de 80 mmHg aproximadamente que es cuando la Trompa de Eustaquio se cierra completamente. El incremento de la presión diferencial por arriba del límite señalado puede romper la membrana timpánica al alcanzar presiones diferenciales de entre 100 y 500 mmHg (3,11); como ejemplo diremos que una presión diferencial de 80 mmHg puede ocurrir con un descenso rápido desde 900 metros hasta el nivel del mar sin igualar presiones (3,10,11).

La situación del oído medio sometido a condiciones hiperbáricas (hiperpresión) no es muy distinto al que se experimenta en vuelos aéreos, pero el daño hiperbárico es mayor debido a que el tiempo de adaptación que requiere el cuerpo es menor. A una profundidad de 10 metros por debajo del agua, la presión ambiental sobre el buceador es el doble que la existente a nivel del mar (2 ATA); de ahí que el mayor

porcentaje de presión diferencial ocurre durante los primeros 10 metros de descenso, lo que equivale a descender en un avión desde 4,800 metros hasta el nivel del mar (1).

Durante el descenso (Compresión) no se presentan grandes problemas, pero durante el ascenso (Descompresión) la presión ambiental disminuye, y el volumen de aire en el oído medio aumenta, esto generalmente causa poca dificultad cuando la presión diferencial es de 10 a 20 mm de Hg, se bloquea la Trompa de Eustaquio a los 80 mm de Hg de presión diferencial y se rompe entre los 100 y 500 mm de Hg al fallar la Trompa de Eustaquio en equilibrar la presión diferencial.

En definitiva ocurre lo mismo que en los vuelos aéreos, e igualmente las complicaciones sólo se presentan al haber fallas para equilibrar presiones entre el oído y el medio ambiente, ya sea durante el ascenso o el descenso (13).

Las fuerzas que actúan sobre los senos paranasales son similares a las que se ejercen en el oído medio, debido a que los gradientes de presión que afectan a ambos son los mismos; pero fisiológicamente hay diferencia debido a que los senos paranasales carecen de válvulas unidireccionales naturales, estas sólo se forman en condiciones patológicas por pólipos o mucosa anormal por adentro o por fuera de los ostium naturales de los senos maxilares, etmoidales o esfenoidales, el seno frontal anatómicamente es distinto ya que posee un largo y tortuoso conducto lo que lo predispone a ser más frecuentemente afectado.

La mucosa nasal se continúa hacia los senos paranasales, de ahí que las enfermedades de la mucosa nasal afectan los senos paranasales, como son enfermedades del tracto respiratorio, cigarrillos, alérgias, etc.

Cuando el ostium del seno se encuentra permeable, los cambios de presión ambiental y en cavidad nasal son directamente transmitidos a los senos paranasales por el libre paso de aire en ambas direcciones, y rápidamente ajustan la presión.

En definitiva, las condiciones que predisponen al barotrauma de los senos paranasales son enteramente debidas a condiciones que impidan su libre aereación (6.11).

BAROTRAUMA DEL OIDO MEDIO

Es la afección traumática, aguda o crónica, del oído medio causado por la diferencia de presión entre el aire de la cavidad timpánica y el de la atmósfera. ocurre durante cambios de altitud en vuelos aéreos y que se caracteriza por inflamación, malestar ótico, otálgia, acúfeno, sordera y vértigo (10 -12).

Etiológicamente es ocasionado por falta de ventilación del oído medio por falla de la Trompa de Eustaquio al existir cambios en la presión atmosférica.

Existen dos causas principales de inapropiada ventilación del oído medio:

Una es la falla en abrir la Trompa en forma voluntaria y la otra es la imposibilidad de abrirse en forma refleja.

Algunos de los factores que más frecuentemente afectan la función normal de la Trompa de Eustaquio son: 1) La presión hidrostática del sistema venoso en el tejido peritubal.

2) Obstrucción del ostium de la trompa por hipertrofia de adenoides o tumor. 3) Obstrucción de la trompa por inflamación de la mucosa debido a infecciones o alergias.

4) Fallas en la función del sistema mucociliar o del drenaje linfático. 5) Alteración del mecanismo que abre la Trompa de Eustaquio como cicatriz cerca del ostium causada por adenoidectomía, y mal oclusión de la mandíbula.

6) Desviaciones del septum nasal que predispone a la infección e inflamación (11, 13, 14).

La sintomatología depende de la duración, frecuencia y severidad del trauma recibido. Durante la etapa aguda el mecanismo es el siguiente: En el ascenso las presiones diferenciales entre 3 a 5 mmHg en el oído medio, en relación a la presión atmosférica, se perciben ocasionalmente por algunos individuos como plenitud ótica; entre los 10 y 15 mmHg se agrega a la sintomatología hipoacúsa de intensidad variable; presiones diferenciales entre 15 y 30 mmHg aumenta los síntomas anteriores, y se acompaña de acúfeno, otalgia y vértigo ligero. A presiones diferenciales superiores a 30 mmHg, el dolor, el acúfeno y el vértigo se exacerban; pero generalmente no se alcanzan presiones diferenciales que puedan romper la membrana timpánica (11).

En individuos normales, alrededor de 15 mmHg de presión diferencial es suficiente para forzar al aire atrapado en el oído medio a salir a través de la Trompa de Eustaquio, y el posterior equilibrio de presiones hace ceder la sintomatología. En caso de alteraciones en la permeabilidad de la Trompa de Eustaquio, la presión diferencial necesaria para que se abra varía con el grado de la obstrucción, en estos casos la presión se equilibra gradualmente, pero finalmente queda cierta presión diferencial residual intratimpánica luego que la trompa nuevamente se ha cerrado (Ver figura 3).

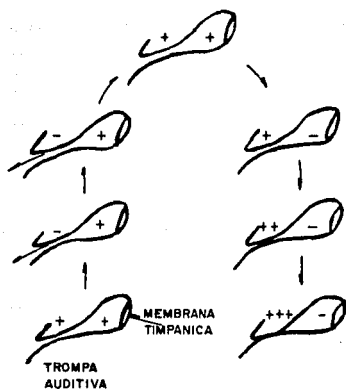


FIGURA 3

OIDO MEDIO. TROMPA AUDITIVA Y NASOFARINGE DURANTE EL ASCENSO Y DESCENSO. LA TROMPA SE ABRE DURANTE EL ASCENSO PARA IGUALAR LA PRESION EN LA NASOFARINGE Y EL OIDO MEDIO. DURANTE EL DESCENSO, EN CAMBIO, EL AIRE NO PUEDE ENTRAR PASIVAMENTE EN EL OIDO MEDIO SI LA TROMPA AUDITIVA SE CIERRA. EN CONSECUENCIA. PARA VENTILAR EL OIDO MEDIO EN LAS FASES INICIALES DEL DESCENSO HAY QUE ABRIR VOLUNTARIAMENTE LA TROMPA AUDITIVA.

Durante el descenso, la presión atmosférica aumenta y el volumen disminuye, la presión dentro del oído comienza hacerse negativa con cada disminución de altura.

Los síntomas son similares a los ya mencionados, excepto por el hecho de que la presión diferencial nunca se libra por acción sobre la Trompa de Eustaquio; por esta razón los mayores daños por barotrauma se presentan durante el descenso en avión, que es donde se han medido las más grandes presiones diferenciales, sin olvidar que el barotrauma también puede ocurrir en viajes terrestres por cerros y montañas o al descender en elevador desde grandes alturas (8).

A presiones diferenciales de -60 mmHg la otalgia es severa y semeja a la otitis media aguda, el acúfeno se incrementa y se acompaña usualmente de vértigo que provoca náuseas. A presiones diferenciales comprendidas entre -60 y -80 mmHg la otalgia se incrementa y se irradia a la región temporal, glándula parótida y tórax; la hipoacusia se acentúa, el acúfeno y el vértigo usualmente se incrementan. A los -80 mmHg de presión diferencial como ya se mencionó previamente, la Trompa de Eustaquio se cierra permanentemente, y cuando la presión diferencial es de -100 a -500 mmHg en el oído medio, con respecto a la presión atmosférica, la membrana timpánica se rompe (11).

La ruptura de la membrana timpánica es un episodio dramático, el paciente sufre dolor severo en el oído afectado e inmediatamente escucha una fuerte explosión que "taladra"

literalmente al oído, el vértigo se incrementa momentáneamente y podría ocurrir shock, en este momento, la otalgia disminuye rápidamente pero queda un leve dolor que persiste por 24 a 48 horas. La audición persiste disminuida, el vértigo y las náuseas podrían persistir por 6 a 24 horas (11).

Al existir en determinado momento presiones diferenciales positivas o negativas en el oído medio, las presiones se pueden equilibrar al abrirse la Trompa de Eustaquio, con lo que ceden de inmediato los síntomas agudos iniciales de barotrauma; pero recordemos que al ser excedida la presión diferencial en 80 mmHg la Trompa se cierra completamente y no es posible la apertura por acción muscular consciente, en estos casos la única posibilidad de disminuir la sintomatología es subir a una altitud mayor donde la presión diferencial es menor (6).

Los signos de barotrauma dependen de la suma del daño sufrido; en los casos moderados, la membrana timpánica puede estar normal, exceptuando algunos casos en que persiste ligeramente abombada y con pérdida del reflejo luminoso, o ligeramente retraída con reflejo luminoso disminuido en tamaño y proceso corto del martillo prominente. Los traumas severos se acompañan de otalgia, hipoacusia, acúfeno y vértigo durante 4 a 48 horas, la membrana timpánica se encuentra retraída o abombada de acuerdo con la naturaleza del trauma, pero está inflamada y con apariencia que varía

desde color rosa pálido a rojo intenso; en todos los casos la hiperemia es más acentuada sobre el mango del martillo y periferia de la membrana timpánica. La ruptura de la membrana timpánica es generalmente lineal y se extiende ampliamente; el margen de la perforación reciente es color rojo y el remanente está edematoso, también es frecuente encontrar restos hemáticos en el conducto auditivo externo; si el promontorio es visible a través de la perforación, éste se observa rojo y congestionado (11).

La cronicidad del padecimiento se debe a los episodios y repetición de barotraumas agudos, los cuales dañan permanentemente la mucosa de la trompa y del oído medio, en este caso, la mucosa se observa congestionada y engrosada.

La sintomatología se caracteriza por sención permanente de plenitud ótica con dificultad en "destapar" los oídos; la hipoacusia no es muy acentuada, pero característicamente fluctuante. El acúfeno suele estar presente, pero el vértigo y la otalgia son raros; esta sintomatología se exacerba posterior a viajes aéreos, infecciones del tracto respiratorio superior, cambios climáticos o estados de fatiga o debilidad.

Al examen físico la membrana timpánica está retraída y ocasionalmente abombada, con pérdida del brillo y con disminución o ausencia del reflejo luminoso. La hipoacusia es de tipo conductivo y los tonos bajos son los primeros en afectarse (11).

TRATAMIENTO: Como profilaxis, toda persona que tiene a la aviación como profesión debe realizarse un cuidadoso estudio para verificar la permeabilidad de la Trompa de Eustaquio.

Las personas que sufren una infección respiratoria superior, deben ser examinadas durante y después de la afección para comprobar el estado de la Trompa de Eustaquio.

Las personas que viajan en avión como pasajeros, que tienen dificultad para ventilar el oído medio, deben ser instruidas en la forma de como realizar las maniobras voluntarias de ventilación, y de ser necesario el uso de vasoconstrictor nasal tópico (6).

A las personas que cursan con un cuadro inflamatorio de vía aérea superior, se les recomienda no realizar viajes aéreos.

El barotrauma del oído medio suele resolverse sin antibióticos en 5 a 10 días; pero conviene administrar descongestivos sistémicos y tópicos e iniciar una antibioticoterapia electiva hasta obtener la resolución. Muy raras veces se requiere de una Miringotomía. Las perforaciones de la membrana timpánica, los problemas de la cadena osicular, una vez diagnosticados, se tratan de la manera usual (6).

El uso de Timpanometría se sabe que es una excelente ayuda en el diagnóstico y manejo de enfermedades del oído medio particularmente el barotrauma del oído medio. Su uso nos provee de un exacto y temprano criterio en caso de casos clínicamente difíciles de diagnosticar.

También, determina cuando el oído medio ha retornado a su presión normal, y si está libre de líquidos (15).

En general hasta que un piloto o persona de la tripulación, pueda realizar las maniobras de ventilación voluntarias del oído, se le permite nuevamente volar (16).

INDICACIONES PARA VIAJAR EN AVION: Para evitar los problemas del oído medio asociados a los vuelos, no se debe volar si se tiene algún problema respiratorio alto (nariz y garganta), tales como gripe, ataque alérgico o sinusitis. Si existiera una urgente necesidad de viajar o si se tiene un problema crónico en la Trompa de Eustaquio, puede ayudar a disminuir las dificultades en el oído seguir las siguientes indicaciones:

- 1.- Obtener en la farmacia los siguientes medicamentos: Sudafed tabletas; Neo-Sinefrina 1/4% en frasco gotero de plástico.
- 2.- Siga las siguientes instrucciones: Comenzar a tomar tabletas de Sudafed un día antes del vuelo. Continuar con el medicamento por 24 horas después del vuelo si se presentó alguna dificultad en los oídos.
- 3.- Usar las gotas nasales inmediatamente antes de abordar el avión. Si los oídos se tapan durante el ascenso, tápese su nariz y trague. Esto ayudará a sacar el exceso de presión de aire del oído medio.

4.- Aproximadamente 45 minutos antes de que el avión deba aterrizar use nuevamente las gotas nasales cada 5 minutos por 15 minutos. Mastique chicle para estimular la deglución. Si los oídos se tapan a pesar de lo anterior, tápese la nariz y force el aire tratando de que pase a través de la Trompa de Eustaquio al oído medio (maniobra de Valsava).

5.- Recuerde que no es aconsejable volar si se tiene una infección respiratoria superior aguda. Si tiene que volar necesariamente bajo estas circunstancias no realice la maniobra de Valsava antes mencionada.

Ninguna de estas recomendaciones o precauciones necesitan seguirse si se tiene colocado un tubo de ventilación de oído medio en la membrana timpánica.

BAROTRAUMA HIPERBARICO DEL OIDO

Los primeros reportes del efecto que sobre el oído humano tiene el aumento de la presión ambiental (hiperbaria) datan del siglo XVIII. En 1820 Hamel reportó haber sufrido otalgia durante el descenso en el mar dentro de una campana de buceo (Campbell 1940). Cerca de 80 años después, la primera descripción de los efectos de aire comprimido sobre el oído humano fué realizada por Lester y Gómez (1898) en los trabajadores de "caisson"* ellos afirmaron que la audición aérea y ósea disminuye en proporción directa a la presión ambiental a que se sometía a un trabajador de caisson, y que la membrana timpánica se perfora durante el descenso si la Trompa de Eustaquio no se abre. Este fenómeno de la alteración de la audición en trabajadores expuestos a medio ambiente de aire comprimido fué denominado por Boot en 1913 como "sordera de los trabajadores de caisson". De los estudios de Armstrong y Heim en 1937 se demostró que presiones diferenciales positivas o negativas entre el oído medio y el ambiente ocasionan hipoacusia conductiva reversible para las bajas frecuencias (17,18).

* Caisson: Cajón neumático y sumergible que permite al individuo realizar cimientos bajo el agua.

Con el inicio de la Segunda Guerra Mundial, y con el consecuente incremento del buceo militar, los estudios referentes al daño inducido por cambios barométricos se incrementaron, estos estudios difieren de un autor a otro, y muchos de ellos sólo tienen valor histórico en relación a los estudios actuales. Pero si es importante recordar el incremento del buceo deportivo y militar a partir de 1943 cuando Jacques Yves Cousteau y Emile Gagnan inventaron el famoso "aqua Lung" que permitió el buceo a mayor profundidad y con menos riesgo de enfermedad por descompresión (17).

Las décadas de los 60's y 70's se caracterizaron por intensas investigaciones con criterio científico y que actualmente son la base de los conocimientos sobre el barotrauma hipertárico.

BAROTRAUMA HIPERBARICO DEL OIDO MEDIO: Es la afección del oído medio resultante de la diferencia de la presión entre el oído medio y la presión ambiental, como resultante de descender por abajo del nivel del mar.

Este padecimiento sucede más frecuentemente durante el descenso y ocasionalmente en el ascenso (18); y es la alteración más común que afecta a los buceadores (19).

Es ocasionado por la dificultad que tiene la Trompa de Eustaquio en equilibrar presiones entre el oído medio y el ambiente que rodea al individuo.

Farmer y Thomas en 1976, postularon la siguiente secuencia de eventos: a nivel del mar, la presión en el conducto auditivo externo, oído medio y oído interno son iguales a 760 mmHg, cuando un buzo desciende a 0.8 metros sin equilibrar presiones, tendrá una presión diferencial entre el oído medio y el ambiente de -60 mmHg, en este momento la membrana timpánica y la cadena osicular se retraen medialmente y el buceador experimenta sensación de presión ótica y probablemente otalgia; desequilibrio o vértigo, o ambos, que pueden presentarse particularmente si hay diferencias de presión entre ambos oídos (vértigo alternobárico, 20).

A 1.20 metros de profundidad la presión diferencial es de -90 mmHg, y equilibrar las presiones se dificulta aún más debido al efecto de válvula que ocasiona la nasofaringe, más la fuerza de la presión que oblitera las paredes de la Trompa de Eustaquio.

Al alcanzar una presión diferencial de entre -100 y -500 mmHg (que se encuentra a una profundidad que va desde 1.3 a 5.3 metros) se sucede la ruptura de la membrana timpánica.

Al ocurrir la ruptura de la membrana timpánica el buceador experimenta un incremento de otalgia, y secundariamente podría presentarse vértigo intenso por estimulación térmica con el agua fría (1).

El grado de barotrauma en el oído medio es variable, algunos buceadores pueden continuar descendiendo aún con otalgia y posteriormente retornar a la superficie con sintomatología variada como puede ser: mareo ligero, sensación de oído tapado, otalgia de diversos grados, hipoacusia, vértigo u otorragia (19).

El examen físico puede variar desde una membrana timpánica normal, ligeramente retraída con poca o nula movilidad, o perforada como en los casos más severos. La presencia de líquido seroso o de hemotimpano puede hacer variar el grado de hiperemia o la movilidad de la membrana timpánica. La hipoacusia suele ser de moderada a profunda (1).

Etmonds en 1981, sugiere el uso de los siguientes grados para valorar el daño causado por barotrauma ótico:

- GRADO 0 ----- Síntomas sin signos.
- GRADO 1 ----- Hiperemia de la membrana timpánica
- GRADO 2 ----- Hiperemia más hemorragia de la membrana timpánica
- GRADO 3 ----- Membrana timpánica francamente hemorrágica
- GRADO 4 ----- Hemotimpano
- GRADO 5 ----- Perforación de la membrana timpánica (1)

La secuencia de eventos físicos que se observan en un oído sometido a un aumento de presión diferencial es el siguiente:

- 1.- Retracción de la membrana timpánica
- 2.- Dilatación de los vasos de la membrana timpánica, especialmente sobre el mango del martillo y paraflácida
- 3.- Edema de la mucosa que se encuentra en el espacio del oído medio
- 4.- Acumulación en el espacio del oído medio de líquido seroso por trasudado
- 5.- Ruptura de vasos sanguíneos de la membrana timpánica y de la mucosa del oído medio

6.- Ruptura de la membrana timpánica. con o sin desplazamiento de la cadena osicular (19) (20).

El barotrauma del oído medio puede ocurrir muy ocasionalmente durante el descenso. Pero la severidad del daño generalmente es mayor. En esta situación la causa es la imposibilidad del buceador para igualar presiones cuando el aire incrementa su volumen en el espacio del oído medio, es más frecuente que suceda en un oído pero puede ser bilateral (20).

La causa es un inadecuado funcionamiento de la Trompa de Eustaquio que causa efecto de válvula de una vía, generalmente este tipo de pacientes tuvieron durante el descenso problemas para equilibrar presiones e intentaron maniobras ventilatorias del oído medio a repetición lo que ocasionó edema de la mucosa de la Trompa de Eustaquio, la que finalmente la bloquea y no permite que durante ascenso el gas en expansión escape.

La sintomatología se caracteriza por sensación de presión ótica, otalgia, hiperacusia de intensidad variable, y ocasionalmente vértigo de tipo alternobarico.

Al examen físico se aprecia la membrana timpánica abombada, hiperémica, y en ocasiones perforada (17).

TRATAMIENTO: A toda persona que se inicia en el buceo, debe realizárcele un examen completo por un Otorrinolaringólogo competente. Se debe verificar la integridad de la membrana timpánica, la capacidad de ventilación del oído medio por la Trompa de Eustaquio: el conducto auditivo externo de estar libre de infecciones o cerumen y tener un diámetro adecuado.

Las personas postoperadas de timpanoplastia pueden bucear si se comprueba una Trompa de Eustaquio permeable. Los pacientes postoperados de Estapedectomia, tienen prohibida esta actividad, por el riesgo de fistula de la ventana laberintica. Se contraindica el buceo en pacientes postoperados de Mastoidectomia radical por el riesgo de infecci3n por agua contaminada (1), y en pacientes con diagn3stico comprobado de Enfermedad de Meniere u otra condici3n vertiginosa.

Las personas con anacusia unilateral, se les deba informar de la posibilidad, durante el buceo, de una fistula de la membrana de la ventana laberintica en el oido sano, y que de ocurrir quedaria completamente sordo (1).

Las fosas nasales deben estar libres de patologia que pueda afectar la permeabilidad de la Trompa de Eustaquio.

Los episodios agudos de barotrauma deben ser tratados con descongestivos nasales sist3micos y t3picos.

BAROTRAUMA HIPERBARICO DEL OIDO INTERNO

El barotrauma del oído interno es menos frecuente que el barotrauma del oído medio y generalmente se presenta durante el descenso; suele ser unilateral y ocasionalmente bilateral (19). Los síntomas que lo caracterizan son: hipoacusia sensorial, acúfeno y vértigo (1), que son manifestaciones de oído interno.

La etiología es frecuentemente difícil de determinar por falta de confirmación patológica y la ausencia de audiogramas previos al incidente; generalmente la única evidencia es la presencia de fistula de la membrana redonda u oval y ocasionalmente ambas (1,21).

Casi la totalidad de los casos refieren que el inicio de la hipoacusia es coincidente con la realización forzada de la maniobra de Valsalva durante el descenso con el fin de lograr una ventilación adecuada del oído medio a través de una Trompa de Eustaquio bloqueada.

La ruptura de las membranas laberínticas ocasiona manifestaciones auditivas o vestibulares de diversos tipos; hay casos de solamente daño auditivo o vestibular, combinación de ambos, o casos completamente asintomáticos, de inicio inmediato o de aparición tardía.

La razón de esta variabilidad de manifestaciones no está bien definida; pero hay mucha evidencia para creer que se debe a diferencias individuales de tipo anatómico dentro del oído interno (21). Simmons postula que la ruptura de la membrana

de Reissner o de la membrana basilar puede presentarse posterior a la ruptura de la membrana laberintica por barotrauma, con la consecuente disfunción auditiva y vestibular.

La fistopatología exacta en humanos no se ha determinado. Los estudios con que se cuenta actualmente se han realizado en animales de experimentación usando cámaras hiperbáricas. Hasta el momento actual hay dos aceptados que pretenden explicar la fistula de las membranas laberinticas (1,17,21):

1.- "Mecanismo Impulsivo": Sugiere que al haber una inadecuada ventilación del oído medio durante el descenso, la presión creada hacia la platina del estribo por una membrana timpánica retraída, causa una onda presión hacia la rampa vestibular esta onda viaja por el helicotrema, y al llegar a la rampa timpánica, produce abombamiento de la membrana de la ventana redonda hacia la cavidad timpánica. Si el buceador en este momento realiza la maniobra de Valsalva en forma forzada, la Trompa de Eustaquio se abrirá rápidamente, lo que ocasiona un súbito incremento de presión dentro de la cavidad del oído medio, e inmediatamente la membrana timpánica, cadena osicular y platina del estribo retornan a su posición inicial, causando otra onda de presión de mayor intensidad en sentido opuesto, que es la causante del rompimiento de la membrana de la ventana redonda hacia dentro del laberinto. Ocasionalmente ocurre simultáneamente rompimiento del ligamento anular de la ventana oval (13,16,22).

2.- "Mecanismo Explosivo": Cuando un buceador realiza repetidas maniobras de Valsalva en forma forzada para ventilar el oído medio a través de una Trompa de Eustaquio bloqueada, se produce un aumento de la presión del líquido cefalorraquídeo que se transmite al oído interno por vía del acueducto coclear, y probablemente por el conducto auditivo interno (como sugiere Goodhill y Cols.), lo que en conjunto ocasiona una elevación de la presión intracoclear. El resultado final es un gradiente de presión entre el oído medio y el oído interno, que rompe la membrana de la ventana redonda en forma explosiva hacia la cavidad timpánica (17); la figura 4 ilustra la etiología explosiva de la fistula de la membrana redonda. Los gradientes de presión que causan la ruptura en humanos son desconocidos, por lo que los gradientes de presión mostrados son en gatos, de acuerdo con los estudios de Harker y Cols. (1).

En cuanto a la sintomatología, la hipoacusia puede presentarse en forma inmediata o varios días después; involucra inicialmente a las altas frecuencias; el acúfeno es de intensidad variable. En estos casos los estudios audiológicos poseen un gran valor especialmente si están involucradas acciones de tipo médico legal.

El barotrauma por mecanismo "impulsivo" es más probable que ocasiones síomas de inicio inmediato, caracterizados por hipoacusia y acúfeno.

Cuando la hipoacusia es de inicio tardío, el mecanismo explosivo está más frecuentemente involucrado, y acompañándose de fistulas perilinfáticas de la membrana de la ventana redonda u oval, y de no ser reconocido en su debido momento la hipoacusia puede ser total y permanente.

Desafortunadamente no hay método efectivo y rápido para diferenciar a estos dos probables mecanismos, probables causantes de barotrauma (12).

Por otro lado, Singleton y Cols. reporta que sólo el 26% de sus pacientes tuvieron la prueba de la fistula positivo al correlacionarlo con hallazgos quirúrgicos (1).

TRATAMIENTO: el paciente debe ser hospitalizado y estar en reposo absoluto en cama con la cabeza elevada en un ángulo 30 a 40 grados. No se deben indicar medicamentos que eleven la presión del líquido cefalorraquídeo (1).

Existe mucha controversia en cuanto a realizar una Timpanotomía exploradora inmediatamente o esperar varios días. Pulen opina que la timpanotomía exploradora del oído medio en pacientes con sordera súbita depende primariamente de la historia clínica y de la presencia de hipoacusia sensorial, y que la exploración quirúrgica debe realizarse tan pronto como sea posible (1). Singleton y Cols (22) y Goodhill y Cols (23), reportan que la exploración quirúrgica debe realizarse de no haber mejoría de los síntomas luego de varios días de reposo absoluto.

Paparella en 1983 reportó, que realizando a 36 chinchillas, perforaciones traumáticas de la membrana redonda, observó que todas las chinchillas tuvieron recuperación parcial de la sintomatología en 3 días, 35 chinchillas estuvieron completamente recuperadas en 7 días, y que todas estuvieron completamente recuperadas en 9 días (1).

Una vez recuperado de la sintomatología, un buceador, no deberá retornar a esta actividad si las pruebas auditivas o vestibulares se encuentran anormales.

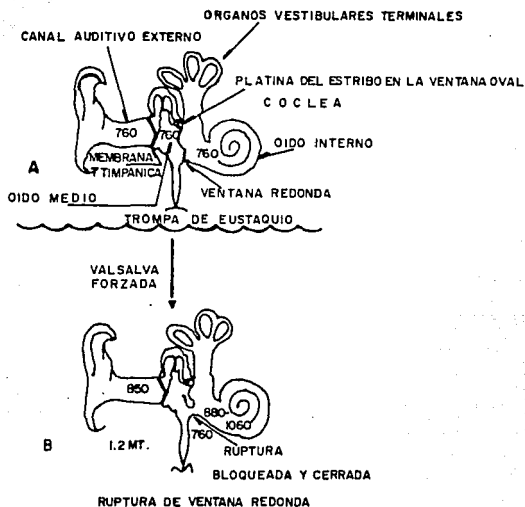


FIGURA 4

- ETIOLOGIA TEORICA DEL MECANISMO EXPLOSIVO DE LA FISTULA DE LA MEMBRANA DE LA VENTANA REDONDA. LA PRESION EN MM HG.
- A) SOBRE LA SUPERFICIE, TODAS LAS PRESIONES SON IGUALES.
- B) CUANDO EL BUCEADOR REALIZA LA MANIOBRA DE VALSALVA EN FORMA FORZADA, PARA LIMPIAR UN OÍDO MEDIO BLOQUEADO, A TRAVÉS DE UNA TROMPA DE EUSTAQUIO CERRADA, INCREMENTOS EN LA PRESION ENTRE EL OÍDO MEDIO Y EL OÍDO INTERNO PUEDE OCASIONAR RUPTURA DE LA MEMBRANA DE LA VENTANA REDONDA.

VERTIGO ALTERNOBARICO

Es el vértigo inducido por aumento en la presión en el espacio del oído medio (24,26).

Esta situación es causa de vértigo de poca importancia para el promedio de las personas; pero es muy importante en quienes se dedican al buceo o manejo de aparatos aéreos, en quienes los cambios de la presión ambiental son parte de su ocupación.

El vértigo alternobárico es una patología rara como causa general de vértigo, su presentación también es poca en personas expuestas con frecuencia a cambios barométricos. El mecanismo exacto no es actualmente bien comprendido, pero se cree que este tipo de vértigo es ocasionado por un desplazamiento poco usual de la platina del estribo sobre la ventana oval (27). La asociación entre inicio del vértigo y la realización de la maniobra de Valsalva es un fenómeno que se reporta en casi la totalidad de los casos referidos en la literatura.

La literatura mundial con respecto a este padecimiento es escasa: los primeros reportes de asociación entre exposición a cambios barométricos y vértigo se remontan a 1896 en los estudios realizados en los trabajadores de caisson; en 1937, Armstrong reportó el padecimiento en pilotos de avión; en 1957 Jones utilizó el término "vértigo por presión" (27). Lungren en 1965, realizó estudios en buzos y posteriormente en pilotos de avión, y es el primero en utilizar el término de "vértigo alternobárico" (28).

For los estudios realizados en la USAF School of Aerospace Medicine por Ender y Brow se sabe que la afección se presenta con alguna frecuencia en pilotos de aviones a reacción de tipo militar (26,27).

Actualmente se sabe que este tipo de vértigo puede ocurrir a pilotos buceadores y con mayor frecuencia en estos últimos. El episodio de vértigo puede presentarse durante el ascenso o el descenso (17,26); la duración aproximada es entre 10 y 60 segundos y todos los casos están directamente relacionados con infecciones del aparato respiratorio superior.

Se considera que este fenómeno es ocasionado por un aumento temporal de la presión en el oído medio; experimentalmente se ha establecido una relación entre un aumento unilateral de la presión en el oído medio y la presión de vértigo (17).

La causa de la relación de alta presión en el oído medio y la presentación de vértigo alternobárico es actualmente motivo de discusión.

BAROTRAUMA DE LOS SENOS PARANASALES

Es la afección de los senos paranasales resultante de la diferencia entre la presión ambiental y la presión del aire contenido en los espacios de los senos paranasales. Los síntomas que se presentan son: dolor en el seno afectado y epistaxis. El seno frontal es el más frecuentemente afectado, seguido por el etmoidal, el maxilar y el esfenoidal (29).

Las fuerzas que actúan sobre los senos paranasales son similares a las que actúan sobre el oído medio, pero la respuesta fisiológica es distinta porque los senos paranasales carecen de válvulas unidireccionales naturales, esta situación sólo se presenta en condiciones patológicas por la presencia de pólipos, quistes o de mucosa anormal por dentro o por fuera de los ostium naturales (6).

En condiciones de normalidad, el ostium del seno permanece permeable, permitiendo ajustes rápidos entre la presión ambiental y la del aire contenido en los senos.

El barotrauma sólo se presenta cuando una persona expuesta a cambios barométricos tiene alteraciones por dentro o por fuera de la cavidad del seno que ocasionan el bloqueo del ostium, ya sea en forma temporal o permanente (6).

Cuando una persona expuesta a cambios barométricos tiene un ostium sinusal bloqueado, el volumen del gas atrapado en la cavidad del seno, disminuirá su volumen al ser aumentada la presión ambiental, lo que ocasiona congestión de la mucosa, y posteriormente ruptura de vasos sanguíneos.

Si la diferencia de presión es importante el revestimiento mucoso de los senos puede desplazarse por formación de un hematoma. Se cree que estas alteraciones en la mucosa son las responsables del dolor que ocurre simultáneamente. Los pólipos o quistes pediculados en la cavidad del seno, cuando la presión ambiental es disminuida (el volumen del aire en la cavidad del seno aumenta), son impulsados hacia el ostium, ocasionando obstrucción temporal y al aumentar la presión ambiental (el aire disminuye de volumen), los pólipos o quistes vuelven a su posición original, permitiendo nuevamente la ventilación de la cavidad del seno, con salida de material hemático hacia la cavidad nasal. Ver figura 5, (3.6).

TRATAMIENTO: Si las condiciones lo permiten, la primera medida es igualar la presión del seno con la presión ambiental para disminuir el dolor.

Es imprescindible descongestionar la nariz con aerosol nasal, combinado con descongestivos nasales orales. En los pacientes que lo ameritan se utilizan antibióticos, y en caso necesario se hace tratamiento quirúrgico de la patología base, una vez mejoradas las condiciones del paciente (29).

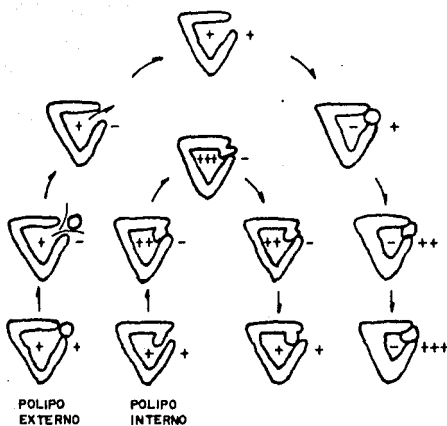


FIGURA 5

EFFECTOS DEL ASCENSO Y DEL DESCENSO SOBRE LOS SENOS QUE TIENEN VALVULAS ARTIFICIALES FORMADAS POR POLIPOS O POR MUCOSA ANORMAL POR DENTRO O POR FUERA DEL OSTIUM.

CONCLUSIONES

- 1) Barotrauma es el daño tisular resultante de cambios de volumen de un gas en un espacio real, como resultante de cambios en la presión ambiental.
- 2) El oído y senos paranasales, por ser cavidades que contienen aire son, susceptibles de ser afectados por barotraumas.
- 3) El barotrauma sólo se presenta cuando existe obstrucción de la Trompa de Eustaquio, o de los ostium naturales de los senos paranasales.
- 4) Las infecciones del tracto respiratorio superior, son la causa más frecuente de la obstrucción de la Trompa de Eustaquio o de los ostium de los senos paranasales.
- 5) En vuelos aéreos, el barotrauma del oído medio durante el descenso es la afección más frecuentemente observada.
- 6) En buzos, el barotrauma del oído medio e interno, suele ocurrir durante el descenso.
- 7) El vértigo alternobárico es una patología poco frecuente como causa de vértigo.
- 8) De los senos paranasales, el seno frontal es el más frecuentemente afectado por barotraumas.

9) El uso de vasoconstrictores nasales tópicos u orales, son la base fundamental del tratamiento.

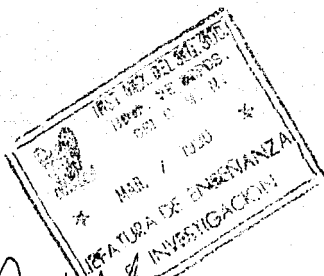
10) Por ser el barotrauma una patología poco frecuente no se justifica un desconocimiento.

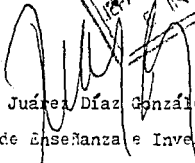
BIBLIOGRAFIA

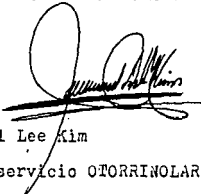
- 1.- Neblett. Otolaryngology and sport scuba diving: update and guidelines. Ann Otol Rhinol Laryngol 1985;94 (suppl 115).
- 2.- Medical Dictionary, Twenty-Third edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia 1982.
- 3.- Love J. Caruso V. Civilian air travel the Otolaryngologist. Laryngoscope 1978; 88: 1732-41.
- 4.- Rayman R, Mc naughton G. Descompression Sickness: USAF experience 1970-80. Aviat Space Environ Med 1983;54:258-60.
- 5.- Farmer J, et al. Inner ear descompression sickness. Laryngoscope 1976;86:1315-27.
- 6.- Love J, Correia M: Medicina Aeroespacial. En: Otorrinolaringologia Paparella-Shumrick tomo I. Edit Panamericana, Buenos Aires, Argentina, pag. 356-63. 1982.
- 7.- Flisberg K. The effects of vacuum on the tympanic cavity. Otolaryngologic Clin North Am 1970;3:3-13.
- 8.- Benedetto M, Cesareo G. Andamento dell'impedenza dell'orecchio medio del riflesso stapediale in condizioni statiche di depressione barometrica. Minerva Medica 1977;68:4109-12.
- 9.- Cesareo G, Benedetto M. Andamento dell'impedenza dell'orecchio medio durante variazioni rapide della pressione barometrica. Minerva Medica 1978;69:3651-58.

- 10.- Pulec J :Enfermedades de la Trompa de Eustaquio. En Otorrinolaringología Papparella-Schumrick, tomo II, Edit. Panamericana, Buenos Aires, Argentina pag. 1381-99. 1982.
- 11.- Armstrong H, Heim J. The effect of flight on the middle ear. JAMA 1937;109:417-21.
- 12.- Head R. Aural problems in the Armed Services. Proc Roy Soc Med 1975;68:613-18.
- 13.- Fireman R. Otitis media y su relación con la alergia. Clinicas Pediátricas de Norteamérica 1988;5:1165-81.
- 14.- Mc nicoll W. Remediable eustachian tube dysfunction in diving recruits: assessment, investigation and management. Undersea Biomedical Research 1982;9:37-43.
- 15.- Damar E, Harper R. Use of tympanometry in an airline medical service. Aviat Space Environ Med 1981;52:181-4.
- 16.- Tian Z. Clinical application of timpanometry in aviators. Aviat Space Environ Med 1988;59:559-62.
- 17.- Levendag P, Kuijpers W, et al. The inner ear and hyperbaric conditions: an electrophysiological study. Acta Otolaryngol (Stockh) 1981;(suppl 382).
- 18.- Lee H, Phoon W. Occupational health experience in the construction of phase I of the mass rapid transit system in Singapore. J Soc Occup Med 1988;36:3-8.
- 19.- Lamkin R, Axelsson A, et al. Experimental aural barotrauma: electrophysiological and morphological findings. Acta Oto-Laryngologica 1975 (suppl 335).
- 20.- Nakashima T, et al. Auditory and vestibular disorders due to barotrauma. Ann Otol Rhinol Laryngol 1988;97:146-52.
- 21.- Weisskopf A, Merzenich M. Genesis of the round window rupture syndrome: some experimental observation. the Laryngoscope 1978;88:389-97.

- 22.- Singleton G, et al. Perilymph fistula: diagnostic criteria and therapy. Ann Otol 1978;87:797-803.
- 23.- Goodhill V. Sudden deafness and round window rupture. Laryngoscope 1971;81:1462-74.
- 24.- Brown F. vertigo due to increased middle ear pressure:six-year experience of the aeromedical consultation service. Aerospace Medicine 1971;42:999-1001.
- 25.- Brown F. Vertiginous flyer: a review of 6 years consultation service. Aerospace Medicine 1971;42:891-3.
- 26.- Wicks R. Alternobaric Vertigo aeromedical review. Aviat Space Environ Med 1989;60:67-72.
- 27.- Enders L. Rodriguez-López E. Aeromedical consultation service report: alternobaric vertigo. Aerospace Medicine 1970;41:200-2.
- 28.- Lundergren C, Malm L. Alternobaric vertigo among pilots. Aerospace Medicine 1966;37:178-80.
- 29.- Fagan F, McKenzie B, Edmonds C. Sinus Barotrauma in divers. Ann Otol 1976;85:81-4.




Vo. Bo. Dra. Norma Juárez Díaz González
Jefe de Enseñanza e Investigación
Centro Médico Nacional I.M.S.S.


Vo. Bo. Dr. Manuel Lee Kim
Jefe servicio OTORRINOLARINGOLOGIA
Centro Médico Nacional I.M.S.S.