



Guías de manejo para prevención y tratamiento de
cinco condiciones fisiopatológicas asociadas a la
medicina de aviación en el personal de vuelo de la
fuerza aérea colombiana

Ranniery Acuña Cordero
Jorge Luis Vera Landázuri

Trabajo de grado para optar al título profesional:
Curso de Estado Mayor (CEM)

Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"
Bogotá D.C., Colombia

2006

616. 98021
A 189

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA**



**GUIAS DE MANEJO PARA LA PREVENCION Y TRATAMIENTO DE CINCO
CONDICIONES FISIOPATOLOGICAS ASOCIADAS A LA MEDICINA DE
AVIACION EN EL PERSONAL DE VUELO DE LA FUERZA AEREA
COLOMBIANA**

**Mayor Médico Ranniery Acuña Cordero
Mayor Médico Jorge Luis Vera Landázuri
Curso CIM 2006**

Bogota D.C., 5 de mayo de 2006

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Ciudad y fecha (día, mes, y año)

RESUMEN

La presente monografía pretende como objetivo específico entregar las pautas de prevención y tratamiento terapéutico, tanto en tierra como durante el vuelo, de cinco de las más frecuentes condiciones fisiopatológicas asociadas al mismo, motivados por la carencia de guías aprobadas tanto en el centro de medicina de aviación como en la dirección de sanidad Fuerza Aérea. Para tal efecto se procedió al análisis sistemático y de la literatura en textos y revistas relacionadas con la medicina de aviación, guías de manejo ya desarrolladas por las Fuerzas Aéreas Norteamericana y Británica, con el propósito de extraer la mejor evidencia para tratar de implementarla a través de la formulación de guías de manejo adaptándolas de acuerdo al tipo de misiones, equipos de vuelo y condiciones climatológicas con las que se opera en el país. La primera recomendación formulada a partir de este trabajo consiste en implementar los registros de morbilidad por condiciones fisiopatológicas anormales durante el vuelo en todo el personal de tripulantes, en razón a que no existe una información concisa que muestre estos perfiles y permita tomar en primera instancia, medidas preventivas con el propósito de disminuir costos operacionales, minimizar incidentes o accidentes aéreos. En segundo lugar, el registro de morbilidad permitiría concentrar recursos económicos en el tratamiento, este sí correctivo, de las principales causas por las que se compromete la seguridad durante el vuelo e incluso facilitaría el ensayar diferentes herramientas terapéuticas para una misma condición fisiopatológica. Se concluye además que todas las recomendaciones aquí formuladas son el concurso de un trabajo en equipo involucrando no solo al personal médico y paramédico entrenado en medicina de aviación, sino también a las tripulaciones, seguridad industrial y medicina ocupacional. Finalmente, las guías propuestas deben ser puestas en marcha y evaluadas con una periodicidad anual con el ánimo de confirmar sus verdaderos alcances terapéuticos medidos bajo los indicadores de eficiencia y eficacia.

CONTENIDO

INTRODUCCION

1. FORMULACION DEL PROBLEMA
2. OBJETIVO PRINCIPAL
3. OBJETIVOS ESPECIFICOS
4. JUSTIFICACION
5. MARCO TEORICO
- 5.1 EFECTOS DE LOS CAMBIOS DE PRESIÓN BAROMÉTRICA
- 5.1.1 OIDO
- 5.1.2 BAROTITIS EXTERNA
- 5.1.3 BAROTITIS MEDIA
- 5.1.4 BAROTITIS MEDIA RECURRENTE
- 5.1.5 BAROTITIS TARDIA
- 5.1.6 VERTIGO ALTERNOBARICO
- 5.1.7 SENOS PARANASALES
- 5.1.8 BAROSINUSITIS
- 5.1.9 BAROSINUSITIS MAXILAR POS EXTRACCION
- 5.2 HIPOXIA: IMPLICACIONES EN LA MEDICINA AEROESPACIAL
- 5.2.1 CLASIFICACION
- 5.2.2 ETAPAS DE LA HIPOXIA
- 5.2.3 FACTORES AUTOIMPUESTOS
- 5.2.4 EFECTOS DE LA HIPOXIA A NIVEL AUDITIVO
- 5.2.5 PREVENCION
- 5.2.6 TRATAMIENTO
- 5.3 ESTRÉS TERMICO EN EL VUELO
- 5.4 GUIA DE MANEJO DE LA HIPOXIA**
- 5.4.1 JUSTIFICACION
- 5.4.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

DEFINICION

CLASIFICACION Y ETIOLOGIA

SIGNOS Y SINTOMAS

FACTORES AUTOIMPUESTOS

5.4.3 OBJETIVO

5.4.4 POBLACION OBJETO

5.4.5 PREVENCION DE LA HIPOXIA

5.4.6 TRATAMIENTO

5.4.7 FLUJOGRAMA

5.5 GUIA DE MANEJO DE LA BAROTITIS MEDIA

5.5.1 JUSTIFICACION

5.5.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.5.2.1 DEFINICION

5.5.2.2 FISIOPATOLOGIA

5.5.2.3 ETIOLOGIA

5.5.2.4 SINTOMAS Y SIGNOS

5.5.3 OBJETIVO

5.5.4 POBLACION OBJETO

5.5.5 TRATAMIENTO

5.5.6 MANEJO EN VUELO

5.5.7 MANEJO EN TIERRA

5.5.8 FLUJOGRAMA

5.6 GUIA DE MANEJO DE LA BAROSINUSITIS

5.6.1 JUSTIFICACION

5.6.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.6.2.1 DEFINICION

5.6.2.2 FISIOPATOLOGIA

5.6.2.3 ETIOLOGIA

5.6.2.4 SINTOMAS Y SIGNOS

5.6.3 OBJETIVO

5.6.4 POBLACION OBJETO

5.6.5 TRATAMIENTO

5.6.5.1 MANEJO EN VUELO

5.6.5.2 MANEJO EN TIERRA

5.6.6 PREVENCIÓN

5.6.7 FLUJOGRAMA

5.7 GUIA DE MANEJO SOBRE ESTRES TERMICO POR CALOR

5.7.1 JUSTIFICACION

5.7.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.7.2.1 FISIOPATOLOGIA

5.7.2.2 ETIOLOGIA Y EPIDEMIOLOGIA

5.7.2.3 FACTORES DE RIESGO

5.7.2.4 SIGNOS Y SINTOMAS

5.7.3 OBJETIVO

5.7.4 POBLACION OBJETO

5.7.5 TRATAMIENTO

5.7.5.1 EN VUELO

5.7.5.2 EN TIERRA

5.7.6 FLUJOGRAMA

5.8 GUIA DE MANEJO DEL ESTRÉS TERMICO POR FRIO

5.8.1 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.8.1.1 DEFINICION

5.8.2.2 CLASIFICACION Y ETIOLOGIA

5.8.2.3 FACTORES AUTOIMPUESTOS

5.8.2.4 SIGNOS Y SINTOMAS

5.8.2.5 FISIOPATOLOGIA

5.8.3 OBJETIVO

5.8.4 POBLACION OBJETO

5.8.5 TRATAMIENTO

5.8.5.1 TRATAMIENTO EN TIERRA

5.8.5.2 TRATAMIENTO EN VUELO

5.8.6 FLUJOGRAMA

6. CONCLUSIONES

7. RECOMENDACIONES

8. BIBLIOGRAFÍA

9. ANEXO 1

10. ANEXO 2

**GUIAS DE MANEJO PARA LA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE CINCO
CONDICIONES FISIOPATOLOGICAS ASOCIADAS
A LA MEDICINA DE AVIACION EN EL PERSONAL DE VUELO
DE LA FUERZA AEREA COLOMBIANA**

INTRODUCCION

La medicina aeroespacial abarca un amplio campo de actividades siendo una especialidad multidisciplinaria donde se conjugan la clínica, la medicina preventiva y ocupacional, investigación, bioingeniería y la física con el fin de hacer más segura y eficaz la actividad aeronáutica y espacial. Teniendo en cuenta que el ser humano puede estar expuesto a un ambiente diferente al acostumbrado, se pueden presentar condiciones fisiológicas o patológicas, ya sea en vuelos en aviones supersónicos o de transporte, comerciales o militares, con cabinas presurizadas o no, de ala fija o rotatoria, ultralivianos, de gran autonomía de vuelo o aquellos que sobrepasan la atmósfera terrestre, inclusive deportes como el parapentismo, cada una de esas diferencias trae consigo en el diseño de las aeronaves, cambios donde el hombre se debe adaptar ya sea con entrenamiento fisiológico o con aditamentos especiales diseñados para el medio aéreo o sin atmósfera. Desde este punto de vista y Entendido lo esencial de la Medicina aeroespacial como especialidad médica y la importancia primaria y fundamental del “Factor Humano” en esta practica galénica, es nuestra responsabilidad como Médicos aeronáuticos, teniendo en cuenta la temática de salud ocupacional que el presente trabajo implica, la creación de una serie de guías de manejo para la prevención y tratamiento de las alteraciones que sean fisiológicas del medio aéreo o patológicas por incluir al hombre en un medio ambiente diferente , iniciando con cinco de ellas:

Barotitis, barosinusitis, hipoxia y estrés térmico tanto por frío como por calor.

Se toman estas cinco condiciones como punto de partida con el propósito de dar inicio a una serie de estudios que conlleven a la creación de la totalidad de guías de manejo y

protocolos para el manejo de alteraciones fisiológicas y patológicas que afectan a los tripulantes de vuelo de la Fuerza Aérea Colombiana.

1. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Se deberían elaborar una serie de guías de manejo encaminadas al tratamiento y prevención para las condiciones fisiopatológicas que presenta el personal aeronavegante en las difíciles circunstancias a las cuales se ven sometido en un medio externo como lo es el aeroespacial?

2. OBJETIVO PRINCIPAL

Desarrollar y Entregar al personal de Médicos de Aviación en cada una de las unidades de la Fuerza Aérea Colombiana, guías de manejo para la prevención y tratamiento de cinco condiciones fisiopatológicas propias del vuelo, y por intermedio de ellos se difundan al personal de vuelo, con el fin de reducir la aparición de incidentes y accidentes aéreos que atentan contra la seguridad aérea en la Fuerza Aérea y, asimismo, lograr una disminución de las incapacidades del personal de vuelo y prevenir complicaciones.

3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.1 Identificar en la sección de estadística de la CEMAE cuáles son las causas de morbilidad en el personal de vuelo de la FAC

3.2 Formular recomendaciones de prevención generadas a partir de las revisión de la literatura en textos, artículos, estadísticas y experiencias de organismos y médicos especializados en medicina aeroespacial

- 3.3 Basado en el análisis sistemático de la información recopilada, generar las guías y protocolos de manejo
- 3.4 Dar a conocer las presentes guías al comando superior de cada una de las unidades de la Fuerza Aérea, por intermedio de la DISAN y los médicos de aviación de las Sanidades Militares y así mismo difundirlas a los departamentos de Seguridad Aérea para poder dar a conocer y aplicar las guías de manejo en los grupos de combate y técnico de cada una de las Bases de la Fuerza Aérea Colombiana
- 3.5 Ampliar la cobertura de las guías de manejo de las condiciones fisiopatológicas propias del vuelo en la FAC, hacia los entes rectores de la medicina de aviación del Ejército, Armada y Policía nacional

4. JUSTIFICACION

Una vez revisados los antecedentes de estudios similares en el Centro de Medicina Aeroespacial de la Fuerza Aérea Colombiana, ente rector a nivel nacional de la medicina aplicada al vuelo, se pudo establecer lo siguiente:

Como resultado de la búsqueda se encontraron algunos protocolos de manejo elaborados por un médico examinador de vuelo (anexo 1), las cuales no han sido aplicadas en la Fuerza Aérea ni revisados por la Dirección de Sanidad. Por lo tanto, no existen en la actualidad guías de manejo que orienten a los profesionales de la salud para la prevención y tratamiento de las enfermedades generadas por actividades de vuelo en la Fuerza Aérea. Así mismo, no se encuentran en sanidades militares unificación de criterios para la prevención y tratamiento de enfermedades propias del medio aeronáutico. Y por último, a pesar de haber consultado en los archivos del Centro de Medicina Aeroespacial y de la DISAN, no se encontraron estadísticas sobre morbilidad generadas como consecuencias de las actividades aéreas, sin embargo, se encontraron estadísticas de patologías que interfirieron con el normal desempeño aeronáutico. (Ver anexo 2).

Por lo anterior se decidió tomar como fundamento para el desarrollo del presente trabajo, cinco condiciones fisiopatológicas, como son: barotitis, barosinusitis, hipoxia y estrés térmico, tanto por frío como por calor. Es necesario resaltar que para lograr su aplicación, las guías requerirán del aval del Centro de Medicina Aeroespacial (CEMAE) y de la Dirección de Sanidad (DISAN), especialmente de la primera y última condiciones por ser únicas en su género a nivel nacional tanto en los ámbitos asistenciales como científicos aeronáuticos. Ante la sorprendente carencia de información se espera que las guías en este trabajo propuestas, sean el punto de partida para la elaboración de otras similares con el propósito de poderles compilar en lo que se denominaría: “manual de terapéutica y fisiopatología de vuelo de la FAC”.

5. MARCO TEORICO

La medicina Aeroespacial es la especialidad médica que estudia los efectos que tiene lugar en el ser humano cuando este se somete a un ambiente que contiene una serie de condiciones y características tan especiales y específicas como las que se encuentran en el medio aeronáutico y espacial (cambios de presión en la atmósfera, reducción parcial de presión de los gases vitales, fuerzas de aceleración y cambios en las fuerzas gravitacionales). Por lo tanto la fisiología del cuerpo humano se ve transformada en este medio, el cual exige un entrenamiento especial para lograr adaptarse al mismo o una serie de implementos externos para que el hombre sea protegido. Así mismo esta disciplina médica, procura mantener las condiciones óptimas para que el hombre se desenvuelva en este entorno de una forma segura y sin riesgos¹.

Esta Ciencia estudia las adaptaciones del hombre al medio aeronáutico, las repercusiones de este medio sobre el organismo tanto sano como enfermo, e incluso los efectos que los

¹ VERA Jorge Luis y cols. Introducción a la medicina aeroespacial y otorrinolaringología. Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. 2004;32(1).Suplemento.Págs 1-34

diferentes fármacos y drogas puedan tener sobre el organismo sometido a las especiales condiciones del medio aeroespacial. Por lo tanto se considera que los sistemas más afectados a nivel de la estructura humana , son principalmente, el sistema nervioso central, el visual, el vestibular y órganos de la audición, el propioceptivo y no menos importante el mental.

La medicina de aviación mantiene estrecha relación con otras ciencias cuyo pilar fundamental y atención es el hombre, como son la psicología y la sociología, ya que el ser humano en su relación con el entorno debe ser estudiado de una forma integral y al mismo tiempo se vincula cada vez más, a las ramas técnicas del conocimiento como son ingeniería, ergonomía e informática, que son las responsables de colocar al hombre en este medio permitiéndole realizar esta actividad².

Puesto que las actividades aeronáuticas, a pesar de los constantes, progresivos y sofisticados avances técnicos, siguen y seguirán dependiendo básicamente del ser humano, es decir, del adecuado estado físico y mental que le permitan respuestas coordinadas, rápidas y precisas, el objeto del estudio de la medicina aeroespacial, y por lo tanto la razón de ser de esta disciplina médica, es el tripulante aéreo, esto es , el ser humano que se va a exponer, por unas razones u otras, al medio aeroespacial. Se trata entonces, del estudio en términos globales de lo que se denomina “Factor Humano” en aeronáutica, y concretamente de la fisiopatología, cuidado, seguimiento, prevención de los estados de salud y enfermedad así como del entrenamiento fisiológico de las tripulaciones aéreas.

Teniendo en cuenta que la medicina aeroespacial procura el entrenamiento físico, mental y académico de el personal aeronavegante, seguidamente se hará una explicación pormenorizada de una serie de condiciones fisiopatológicas que afectan las actividades de vuelo y que luego servirán para la elaboración de 5 guías de manejo.

² Ibim

5.1 EFECTOS DE LOS CAMBIOS DE PRESIÓN BAROMÉTRICA A NIVEL DE OÍDOS Y SENOS PARANASALES

El término barotrauma hace referencia a los daños traumáticos en ciertos órganos del cuerpo, resultantes de los cambios de presión atmosférica. El barotrauma corresponde a una de las alteraciones producidas por el disbarismo; las otras alteraciones son hipobarismo, hiperbarismo y descompresión, acerca de las cuales no nos ocuparemos en este artículo.

Los órganos principalmente afectados por el barotrauma tienen en común la presencia de gas en su interior el cual, de manera predecible, varía en su presión y volumen durante el vuelo, de acuerdo con los cambios de presión atmosférica. El comportamiento del gas y los efectos en el organismo dependen de si el órgano que lo contiene es cerrado o semi-cerrado; el oído medio, los senos paranasales y los pulmones son ejemplos de cavidades semi-cerradas mientras que el tracto gastrointestinal es ejemplo de cavidad cerrada³. El cuerpo humano es capaz de tolerar grandes cambios de presión barométrica mientras la presión dentro de las cavidades que contienen gas sea igual a la presión del medio ambiente; las alteraciones y daños que ese gas produce en la mucosa y estructuras vecinas de oído medio y senos paranasales, cuando las presiones dentro de las cavidades no se equilibran adecuadamente, se explican por los estudios de Robert Boyle, físico y químico irlandés que en el siglo XVII estudió la compresibilidad de los gases y el abad Edme

³ MACMILLAN AJF. The effects of pressure change on body cavities containing gas. In: Aviation Medicine. Ernsting J, Nicholson AN, Rainford DJ (ed), Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999, paginas 13-18

Mariotte, físico francés contemporáneo de Boyle. De las observaciones y estudios de cada uno de ellos se derivó la que actualmente se conoce como ley de Boyle-Mariotte, cuyo enunciado dice que *'a temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a su presión'*. Aplicada esta ley al ser humano en vuelo tendremos que la temperatura constante corresponde a la corporal promedio (37° C.) y la presión del gas (aire + vapor de agua) contenido en las cavidades de oído medio y senos paranasales variará de acuerdo con la presión barométrica; así, cuando la presión atmosférica disminuye durante el ascenso el volumen del gas aumentará e, inversamente, durante el descenso aumentará la presión atmosférica y el volumen del gas se reducirá. Si el aire logra circular libremente entre el oído medio y la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio o entre los senos paranasales y las fosas nasales a través de los ostium, no se producirá alteración alguna; pero si el mecanismo de válvula unidireccional de la trompa de Eustaquio no permite circulación del aire, o el ostium de algún seno paranasal está obstruido, se originará una presión en las paredes de estas cavidades dada por el cambio de volumen del aire contenido en ellas (positiva durante el ascenso y negativa en el descenso) que será la causa del barotrauma, otíco o sinusal según el caso.

Para darnos una idea de los cambios de presión y volumen durante el ascenso y descenso en vuelo en un avión no presurizado, tengamos en cuenta lo siguiente: a nivel del mar (0 metros) la presión atmosférica es de 760 mm de mercurio; si ascendemos a 5500 metros la presión será de media atmósfera (380 mm Hg) y a esta altura las partículas de aire que inicialmente ocuparían un litro al nivel del mar, ocuparán 2 litros al bajar la presión a media

atmósfera⁴. Saliendo del aeropuerto de La Paz (Bolivia) a una altura de 3630 mts, los pasajeros que aterricen en un aeropuerto a nivel del mar habrán reducido el volumen de gas atrapado en sus cavidades corporales más de una y media veces; si no logran compensar las presiones internas con la presión atmosférica circundante (inicialmente durante el ascenso hasta alcanzar la altura de crucero y finalmente durante el descenso hasta el nivel del mar), tendrían un severo barotrauma tanto otítico como sinusal al término del viaje. Por fortuna, en la actualidad la mayoría de aviones comerciales tienen cabina presurizada y los cambios de presión atmosférica a los que están expuestos los tripulantes y pasajeros son menores, alcanzando una presión atmosférica dentro de la cabina equivalente a una altura de 2000 mts. en promedio.

Aunque la población más expuesta a sufrir el barotrauma, teniendo en cuenta su actividad profesional, es el personal de tripulantes de vuelo y dentro de éstos principalmente los pilotos militares que vuelan equipo no presurizado, las alteraciones en oído medio y senos paranasales pueden afectar por igual a tripulantes y pasajeros, frecuentes u ocasionales, en especial si abordan una aeronave padeciendo una afección que limite la permeabilidad normal de trompa de Eustaquio y complejos osteomeatales. Veremos a continuación, en forma resumida, las principales alteraciones fisiopatológicas que pueden observarse a nivel de estas cavidades.

⁴ LOVE JT (h.), CORREIA MJ. Medicina Aeroespacial. In: Otorrinolaringología. Paparella MM, Shumrick DA (ed), Buenos Aires, , Editorial Médica Panamericana S.A. 1982, Páginas 957-971

5.1.1 OÍDO

La principal alteración se produce en el oído medio pero, en casos especiales, el barotrauma puede afectar también el oído externo y/o interno. El barotrauma ótico es el más frecuente en el personal de vuelo, correspondiendo a las dos terceras partes de todos los casos de barotrauma y ocurre principalmente durante el descenso por presión negativa dentro del oído; el segundo lugar en frecuencia corresponde al dolor abdominal por gas atrapado en el intestino y se presenta durante el ascenso cuando la presión atmosférica baja y el volumen de gas atrapado (oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, hidrógeno, metano y sulfuro de hidrógeno) aumenta; el tercer lugar lo ocupa la barosinusitis que puede ocurrir durante el ascenso o el descenso, pero principalmente durante este último ⁵.

5.1.2 BAROTITIS EXTERNA

También llamada barotrauma ótico externo, el término se refiere a una alteración poco común originada en la creación de una pequeña bolsa de aire atrapado entre una membrana timpánica íntegra y un cuerpo extraño en el conducto auditivo externo. La bolsa de aire responde a la ley de Boyle expandiéndose o comprimiéndose durante el ascenso y el descenso respectivamente; el cuerpo extraño puede ser un protector auditivo contra el ruido, un tapón de cerumen impactado o cualquier artefacto que ocluya y selle la entrada o salida de aire. Durante el ascenso, el aumento de volumen del aire atrapado expulsa el cuerpo extraño; durante el descenso se produce una relativa presión negativa, al disminuir

⁵ McQUEEN WJ. Santiago Marini J. The otorynolaringologig aspects of aerospace medicine. In flight surgeon's Guide. Air Force Aerospace medicine. Texas, 1989, Paginas 6-1 – 6-33

el volumen de la bolsa de aire, lateralizando la membrana timpánica inicialmente y, si la presión negativa se acentúa, provocando el desprendimiento del epitelio de la misma o de la piel del conducto auditivo lo cual causa microhemorragias entre el epitelio y la capa subyacente e incluso bulas hemorrágicas cuando varias de ellas convergen. El síntoma inicial es sensación de presión seguido de dolor desde leve hasta severo. Las microhemorragias no requieren tratamiento y las bulas pueden requerir drenaje, bien sea por punción o por incisión⁶. La prevención, en personal de vuelo que requiere utilizar protectores auditivos contra el ruido, consiste en lateralizar periódicamente el protector para permitir el equilibrio de presiones o utilizar protectores anatómicos a los que se les incluya dentro de su fabricación un mecanismo valvular que permita la libre circulación del aire.

5.1.3 BAROTITIS MEDIA

La barotitis media se define como la inflamación traumática, aguda o crónica, del oído medio producida por una diferencia de presión entre el aire contenido en la cavidad timpánica y celdas mastoideas y la atmósfera circundante. Se conoce también como aerotitis media o barotrauma ótico y es uno de los problemas más comunes durante los vuelos, aún en cabina presurizada; sin embargo, la incidencia exacta no es fácil de establecer ya que los afectados, en casos leves no consultan y, en el caso de las tripulaciones, el temor a ser suspendidos de vuelo durante el tiempo de recuperación hace que no consulten libremente al médico de aviación u otorrinolaringólogo de la empresa.

⁶ Ibid

La clave en la fisiopatología de la barotitis media está en la anatomía del oído medio; para efectos prácticos éste debe considerarse como una cavidad rígida excepto su pared lateral constituida por la membrana timpánica y considerada como una estructura semielástica con movimientos mínimos que permiten tolerar cambios de presión hasta de 14.7 mm Hg (200 mm de agua) antes de provocar molestias; la comunicación con la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio corresponde, en su tercio posterior a un tubo óseo rígido siempre permeable y, en los dos tercios anteriores, una estructura membrano-cartilaginosa normalmente cerrada que se comporta como una válvula unidireccional la cual, en condiciones normales, permite la salida libre de aire del oído medio hacia la faringe pero no así en sentido contrario para lo cual se requieren movimientos activos fisiológicos de los músculos tensor y elevador del velo del paladar (deglutir, bostezar) que abren la desembocadura de la trompa en la nasofaringe y permiten el paso de aire al oído medio, logrando el equilibrio de presiones durante los descensos cuando el aumento de presión atmosférica hace que el volumen de aire en el oído medio se reduzca y se cree una relativa presión negativa dentro de él.

Al iniciar un vuelo, durante el ascenso, se va creando una relativa presión positiva dentro del oído medio al bajar la presión atmosférica; estos cambios de presión son mayores a bajas alturas donde el aire es más denso; normalmente, 5 mm Hg de presión positiva son suficientes para que el aire fluya hacia la nasofaringe, espontáneamente y sin causar molestias; al alcanzar entre 10 y 15 mm Hg de gradiente de presión (aprox. 120-160 metros) puede haber sensación de plenitud en el oído e hipoacusia leve que se alivia con un movimiento de deglución; cada vez que escapa aire hacia la nasofaringe queda un

remanente de presión positiva en el oído medio de entre 3 y 4 mm Hg; a partir de este momento el ciclo se repite cada 145 mts. de elevación. Si por algún motivo no se logran equilibrar las presiones los síntomas aumentan y puede producirse vértigo, conocido como vértigo alternobárico, del cual nos ocuparemos más adelante. Durante el vuelo de crucero las presiones permanecen equilibradas y no debe haber ningún síntoma o molestia auditivos.

Durante el descenso ocurren los cambios fisiopatológicos más importantes; al bajar la presión atmosférica se requiere la entrada de aire al oído medio para aliviar la relativa presión negativa que allí se genera a medida que la aeronave pierde altura; la trompa de Eustaquio permanece cerrada a menos que la acción muscular voluntaria la abra para permitir la entrada de aire y equilibrar temporalmente las presiones. Si el gradiente de presión se incrementa, sin lograr el equilibrio de presiones, al llegar a una presión diferencial de 80-90 mm Hg la trompa se colapsa y ningún movimiento fisiológico descrito logrará abrirla, los síntomas serán francamente desagradables y se requerirán maniobras no fisiológicas como la de Valsalva para lograr vencer la resistencia de la trompa sellada y evitar la ruptura de la membrana timpánica.

La barotitis media, referida por muchos pacientes como un "bloqueo del oído" tiene como causa más común la falta de permeabilidad de la trompa de Eustaquio en su extremo faríngeo. Los factores predisponentes en la generación de un barotrauma ótico, incluyen: inflamación de la trompa de Eustaquio por infección, alergia o barotrauma previo; alteraciones mucociliares como fibrosis quística, síndrome de Kartagener o mucopolisacaridosis; disfunción muscular palatina como en el paladar hendido o miastenia

gravis; obstrucción del orificio faríngeo de la trompa de Eustaquio por hipertrofia de adenoides o tumores nasofaríngeos; obstrucción nasal por desviación septal, poliposis, rinitis o atresia de coanas; maniobra de Valsalva inusualmente vigorosa⁷. Otros factores que influyen en el desarrollo del barotrauma ótico incluyen la rata de descenso de la aeronave y el desconocimiento del problema: en primer lugar, en condiciones normales los vuelos comerciales descienden suavemente, en promedio menos de 400 metros por minuto, mientras que los aviones militares pueden alcanzar ratas de descenso de varios miles de metros por minuto, lo cual incrementa en alto grado el riesgo de sufrir barotrauma; por otra parte, comparada con el buceo en el que los participantes son instruidos en los riesgos a que se exponen y la forma de evitarlos, la actividad de volar es muy popular y los pasajeros de líneas aéreas comerciales abordan el avión con poco o ningún conocimiento acerca de los problemas fisiológicos a los que se pueden ver expuestos; es muy común ver, al abordar una aeronave, que muchas personas ocluyen sus conductos auditivos externos con algodón con la creencia de que de esa forma evitarán sufrir de dolor de oído.

Los cambios patológicos varían, dependiendo de la diferencia de presión de la cavidad timpánica respecto a la presión atmosférica y del tiempo en que el oído medio estuvo expuesto a la presión negativa resultante, antes de que se igualaran las presiones; inicialmente hay retracción de la membrana timpánica e ingurgitación vascular en la misma y en la mucosa del oído medio, producidas por el vacío que se produce en la cavidad; si la

⁷ O'REILLY BJ. Otorhinolaryngology. In: Aviation Medicine. Ernsting J, Nicholson AN, Rainford DJ (ed), Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999. Páginas 319-336

diferencia de presión se incrementa hay trasudado seroso que pasa a serosanguinolento y finalmente a hemorrágico; por último, en pocos casos, el evento final es la ruptura de la membrana timpánica en un área débil o previamente dañada.

Los síntomas también varían dependiendo de la magnitud de presión diferencial y de la velocidad con que se desarrolla. El barotrauma leve se inicia con sensación de plenitud que pasa a otalgia moderada con acúfeno de tono bajo e hipoacusia; estos síntomas desaparecen al igualar voluntariamente las presiones. En el barotrauma moderado se incrementan los síntomas anotados y hay sensación de líquido en el oído medio durante la deglución o con los movimientos de cabeza. El barotrauma severo se caracteriza por un dolor incapacitante, aumento de la hipoacusia y el acúfeno y puede haber aparición de vértigo; todos los síntomas desaparecen cuando, finalmente, hay ruptura de la membrana timpánica.

Los signos observados, cronológicamente, son: abombamiento de la membrana timpánica durante el ascenso, otoscopia normal durante el vuelo de crucero y retracción timpánica al iniciar el descenso seguida de prominencia del mango del martillo con hiperemia del mismo y del rodete timpánico, microhemorragias, nivel hidroaéreo o burbujas dentro del oído medio, hemotímpano y ruptura timpánica como evento final.

El diagnóstico es clínico basado en una historia clínica típica de otalgia e hipoacusia desarrolladas durante o inmediatamente después de un vuelo; los hallazgos descritos confirman el diagnóstico.

El tratamiento varía dependiendo del momento en que es atendido el paciente y los hallazgos clínicos. En vuelo, la medida inicial es realizar maniobra de Valsalva tan pronto empiece la sensación de plenitud en oído; atomizar oximetazolina vía nasal con un refuerzo pocos minutos después tratando de alcanzar la desembocadura de la trompa de Eustaquio; si con estos dos procedimientos no se logra mejoría lo ideal sería retornar a una altura mayor y reiniciar un descenso suave realizando maniobras de Valsalva periódicamente. Si el tripulante o pasajero es atendido en tierra el manejo se hará de acuerdo con los signos clínicos; si no hay evidencia de trasudado debe intentarse la ventilación del oído medio con maniobra de Valsalva o Politzerización. Si a la otoscopia se observa presencia de líquido habrá desaparecido la otalgia y los síntomas relatados son sensación de oído tapado e hipoacusia leve; en este punto no debe intentarse la ventilación del oído y está indicado el uso de descongestionante, tanto tópico como sistémico. La aparición de burbujas indica que la trompa de Eustaquio ha empezado a abrirse y el proceso puede acelerarse con Politzerización. Los miembros de las tripulaciones aéreas deberán permanecer en tierra hasta la recuperación completa. Los casos de hemotímpano se manejarán conservadoramente. En lo posible debe evitarse la miringotomía, excepto en casos en que sea imperativo el retorno de un tripulante a actividades de vuelo. Los casos de perforación timpánica también se manejarán, inicialmente, en forma conservadora

5.1.4 BAROTITIS MEDIA RECURRENTE

Cuando la sintomatología y cuadro clínico anotados en la barotitis media se presentan una y otra vez a pesar de haber realizado tratamiento médico adecuado y alcanzar recuperación completa, estamos en presencia de barotitis media recurrente. Esencialmente, el problema

radica en la obstrucción crónica de la trompa de Eustaquio, usualmente secundaria a un proceso patológico en nariz o nasofaringe; las causas más comunes son hipertrofia de tejido linfoide en nasofaringe, rinitis alérgica y sinusitis crónica; la desviación septal es un factor a tener en cuenta así como la presencia de amígdala de Gerlach ⁸.

Los casos de barotitis media recurrente requieren la búsqueda y tratamiento, bien sea medico o quirúrgico, del factor causal; los tripulantes aéreos deberán permanecer en tierra hasta que las causas de la recurrencia hayan sido identificadas y tratadas y es aconsejable, antes de permitirseles reanudar sus actividades de vuelo, ser evaluados en cámara de altura.

Aunque la mayoría de los casos de barotitis media recurrente tienen una causa obvia y corregible, algunos pilotos o personas que por su trabajo requieren volar frecuentemente tienen una disfunción de la trompa de Eustaquio, idiopática o intratable. En estos pacientes debe considerarse la posibilidad de colocación de tubos de ventilación, que no están contraindicados en personal de vuelo pero requieren controles periódicos; aunque existe el riesgo latente de infección por la permanente circulación de aire al oído medio durante los descensos, los beneficios superan el riesgo en el personal de vuelo ⁹

⁸ McQUEEN WJ. Santiago Marini J. The otorynaringologig aspects of aerospace medicine. In flight surgeon's Guide. Air Force Aerospace medicine. Texas, 1989, Paginas 6-1 – 6-33

⁹ O'REILLY BJ. Otorhinolaryngology. In: Aviation Medicine. Ernsting J, Nicholson AN, Rainford DJ (ed), Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999. Páginas 319-336

5.1.5 BAROTITIS TARDÍA

También conocida como aerotitis retardada es una entidad que afecta principalmente a pilotos militares y algunos privados. En vuelos que se realizan por encima de los 3.500 metros de altura debe utilizarse oxígeno puro cuya concentración puede alcanzar el 100% durante períodos relativamente largos; este oxígeno reemplaza el aire contenido en la cavidad del oído medio y se absorbe más rápido que el aire al haber una presión en el oído, mayor que en el torrente sanguíneo. Al absorberse el oxígeno desde el oído medio, empieza a generarse un vacío relativo que es compensado por los movimientos de deglución que en promedio se producen cada minuto en el ser humano despierto. Si el piloto se duerme antes de una hora de haber finalizado el vuelo, el vacío generado por la absorción del oxígeno no se equilibra teniendo en cuenta que al dormir los movimientos de deglución ocurren cada cinco minutos, tiempo suficiente para que se establezca el barotrauma con todo su cuadro de dolor, hiperemia, derrame e hipoacusia agravados por el hecho de que el sistema de oxígeno aeronáutico es totalmente seco e irrita la mucosa del tracto respiratorio superior.

El mejor tratamiento es la prevención, instruyendo al personal de vuelo que requiera el uso de máscara de oxígeno al 100% acerca de no dormir en la hora siguiente al término del vuelo y efectuar movimientos de deglución voluntarios y aún maniobra de Valsalva durante ese período, para mantener equilibradas las presiones.

5.1.6 VÉRTIGO ALTERNOBÁRICO

El vértigo alternobárico o vértigo de presión es un tipo de barotrauma cuyos síntomas son producidos por la expansión del aire atrapado en el oído medio, que por algún motivo no

logra escapar hacia la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio. Aunque el mecanismo específico por el cual se producen los síntomas no se ha entendido perfectamente, la presión positiva dentro de la cavidad del oído medio implica una estimulación del sistema vestibular, probablemente a través de una ventana oval intacta. Esta clase de vértigo ocurre típicamente durante dos fases específicas del vuelo: durante el ascenso cuando la presión atmosférica disminuye y durante el descenso cuando los tripulantes frecuentemente realizan maniobras de Valsalva para igualar presiones; se estima que alrededor del 15% de los pilotos lo han experimentado alguna vez a lo largo de sus carreras y afecta principalmente a los pilotos de jet que pueden alcanzar altas velocidades de ascenso, como en el vuelo militar. Debe tenerse en cuenta la diferencia entre el vértigo alternobárico, producido por cambios de presión, y el vértigo ocasionado por la desorientación espacial en vuelo, que es tema de otro artículo.

El edema de la mucosa de la trompa de Eustaquio ocasionado por un resfriado común es suficiente para que exista resistencia al paso del aire a través de ella, lo cual incrementa la presión del gas atrapado dentro del oído medio; si al tener la sensación de plenitud en oído, el piloto realiza una maniobra de Valsalva tratando de compensar presiones, lo que logra es una hiperpresión dentro del oído medio que desencadena la aparición del vértigo; el episodio usualmente dura pocos segundos, no se acompaña de hipoacusia, pero es suficiente para incapacitar al piloto si ocurre en una fase crítica del vuelo; luego del transitorio ataque de vértigo la recuperación es completa. Si los síntomas persisten deberá sospecharse la presencia de fístula perilinfática.

El manejo del vértigo alternobárico es esencialmente preventivo, iniciando por la instrucción al personal de tripulantes de vuelo con el fin de que identifiquen la sintomatología del barotrauma, eviten maniobras vigorosas de Valsalva y voluntariamente opten por no volar cuando padezcan cualquier inflamación de las vías respiratorias superiores; los pilotos de jet de combate deben evitar los ascensos a alta velocidad y procurar ventilar sus oídos frecuentemente. Otros factores de riesgo que inciden en la aparición del vértigo, por la irritación mucosa que producen, son el tabaquismo y el uso innecesario de oxígeno por debajo de los 2.500 metros de altura.

5.1.7 SENOS PARANASALES

Los cambios barométricos que actúan sobre los senos paranasales son los mismos que afectan al oído pero, a diferencia de este, los senos no tienen un mecanismo valvular intrínseco y la incidencia del barotrauma es menor, ocupando el tercer lugar en frecuencia entre las alteraciones por cambios de presión y gas atrapado, en las cavidades corporales que contienen aire y es aproximadamente cinco veces menos frecuente que la aerotitis. El daño traumático puede ocurrir tanto durante el ascenso como durante el descenso, siendo éste último el más frecuente.

5.1.8 BAROSINUSITIS

La barosinusitis ó aerosinusitis es la inflamación aguda o crónica de uno o varios de los senos paranasales, producida por el desarrollo de una diferencia de presión (usualmente negativa) entre el aire contenido en la cavidad y el atmosférico . De manera similar al

barotrauma ótico, la barosinusitis ocurre casi exclusivamente durante el descenso y probablemente tiene como factor causal edema de la mucosa alrededor del ostium¹⁰; los senos principalmente afectados son aquellos que tienen su ostium más estrecho (frontales) o cavidades más grandes (maxilares); de hecho la barosinusitis afecta el seno frontal en el 80% de los casos seguida de los maxilares, mientras que los etmoidales o esfenoïdales, aunque podrían verse afectados raramente lo son. La población mayormente afectada es el personal de vuelo militar por estar expuesto a mayores cambios de altura y presión en menor tiempo.

El flujo de aire hacia adentro y afuera de los senos a través de los ostiums es pasivo e insensible, de tal manera que durante el ascenso en vuelo la disminución de la presión atmosférica origina que al aumentar el volumen del aire contenido en los senos, éste pueda fluir libremente hacia las fosas nasales mientras que, durante el descenso, el aumento de la presión atmosférica ocasiona una relativa presión negativa dentro de las cavidades que hace que el aire fluya hacia ellas equilibrando las presiones. El edema de la mucosa, secundario a una inflamación de tipo alérgico o infeccioso, es la patología más frecuentemente asociada a la aparición de barosinusitis; otras alteraciones son desviación septal, poliposis y sinusitis. La barosinusitis crónica o recurrente es comparativamente rara, está fuertemente asociada con sinusitis crónica y es causa de suspensión de vuelo indefinidamente hasta obtener la recuperación total de la barosinusitis misma y de la patología causante¹¹.

¹⁰ Ibid

¹¹ Ibidem

Si la obstrucción al flujo de aire ocurre durante el ascenso, se genera una hiperpresión relativa en la cavidad debido a la disminución de la presión atmosférica; el síntoma principal es dolor y a nivel de la mucosa la isquemia inicial puede progresar hasta necrosis si no se logran equilibrar las presiones. El bloqueo de la ventilación del seno durante el descenso, que lleva a una relativa presión negativa, lleva a un fenómeno de succión de la mucosa dentro del mismo con ingurgitación vascular inicialmente, edema de la mucosa y, si las presiones no se equilibran, desprendimiento de la mucosa de la pared ósea subyacente, hemorragia y formación de hematoma.

Los síntomas son proporcionales a la severidad de los fenómenos fisiopatológicos variando desde leve sensación de plenitud y dolor en el área del seno afectado hasta dolor agudo e incapacitante y epistaxis lo cual puede afectar peligrosamente la seguridad del vuelo. El tratamiento inicial, estando aún en vuelo, consiste en retornar a la altura en que aparecieron los síntomas y descender lentamente previa utilización de un descongestionante nasal atomizado; como el retornar a una mayor altitud es poco factible en un vuelo comercial, luego de estar en tierra el manejo está encaminado a aliviar el dolor, promover el drenaje de los senos y prevenir la infección; el piloto deberá estar en tierra durante al menos 2-3 semanas. En la mayoría de los pacientes el manejo conservador será suficiente para obtener la recuperación total; los casos más severos y aquellos que evolucionan a barosinusitis crónica requieren manejo especial tratando todas las patologías subyacentes con el objetivo de que el piloto pueda retornar a sus actividades de vuelo en el menor tiempo posible pero a la vez recuperado totalmente. La cirugía funcional endoscópica ha demostrado ser efectiva

a corto y largo plazo en el tratamiento de la barosinusitis recurrente al actuar sobre el complejo osteomeatal y obtener un rápido retorno del flujo mucociliar ¹².

Antes de reanudar actividades de vuelo es recomendable hacer pruebas de descompresión en cámara de altura; la Royal Air Force sugiere hacerlas seis semanas después de la cirugía pero puede variar de acuerdo con los hallazgos endoscópicos y la extensión de la cirugía .

5.1.9 BAROSINUSITIS MAXILAR POST-EXTRACCIÓN

Existe una variante de la barosinusitis en pacientes a quienes recientemente se les ha practicado la extracción de un molar posterosuperior. Luego de una extracción puede quedar sin soporte rígido una parte del piso del seno maxilar adyacente; en pacientes que inicien el proceso de barosinusitis debido a la mala permeabilidad del ostium del seno afectado puede presentarse una herniación y perforación de la membrana antral en el sitio del defecto del hueso alveolar. Debido a esto, no es aconsejable que pacientes a quienes se les ha practicado alguna intervención quirúrgica, en la vecindad del seno maxilar, vuelen ¹³.

5.2 HIPOXIA: IMPLICACIONES EN LA MEDICINA AEROESPACIAL

¹² PARSONS DS, CHAMBERS DW, BOYD EM. Long-term follow-up of aviators after functional endoscopic sinus surgery for sinus barotrauma. *Aviat. Space Environ. Med.* 1997; 68:1029-34.

¹³ LOVE JT (h.), CORREIA MJ. Medicina Aeroespacial. In: *Otorrinolaringología*. Paparella MM, Shumrick DA (ed), Buenos Aires, , Editorial Médica Panamericana S.A. 1982, Páginas 957-971

El medio aeronáutico exige al organismo del piloto de aeronaves soportar modificaciones amplias en las condiciones del medio ambiente, para los cuales no se encuentra desarrollado el ser humano.

Una de esas modificaciones son los cambios atmosféricos de presión de oxígeno que pueden desencadenar la entidad denominada hipoxia, la cual se define como un estado de déficit del oxígeno necesario para llevar a cabo todos los procesos metabólicos celulares.

Como se desprende de la anterior definición, en últimas el déficit se expresa a nivel celular, pero debido a las etapas por las que debe pasar el oxígeno hasta su destino final, son muchos los factores influyen en la disponibilidad del gas, que van desde su déficit en el medio externo, pasando por trastornos en su transporte, hasta incapacidad de su utilización por parte de la célula.

Es así, como la hipoxia no sólo tiene su etiología en factores extrínsecos como la exposición a grandes alturas, sino también en factores intrínsecos como patologías en diversos sistemas orgánicos y factores autoimpuestos como el alcohol y el cigarrillo, que pueden desencadenarla aún en condiciones normobáricas.

Por lo anterior, se debe tener presente que a pesar de que no es posible modificar los factores extrínsecos, los intrínsecos pueden ser corregidos o disminuidos y los autoimpuestos evitados. De ello se desprende la importante labor del médico de aviación tanto en la parte terapéutica como preventiva, con el fin de optimizar el estado del personal

a su cargo y, en el caso de no lograrse, tomar la difícil pero salvadora decisión de suspender de vuelo el personal afectado.

Este tipo de acciones tienen mayor impacto en la aviación de combate en el cual el equilibrio se rompe más fácilmente debido a que los cambios en las condiciones de vuelo se suceden en forma vertiginosa y por tanto, la complejidad y velocidad de las decisiones que deben tomarse, exigen de estos pilotos óptimas condiciones físicas y mentales.

5.2.1 CLASIFICACIÓN¹⁴:

Teniendo en cuenta las etapas desde el ingreso del oxígeno al organismo hasta su utilización por parte de la célula, la hipoxia se clasifica en:

Hipoxia hipóxica:

Este es el tipo de hipoxia se presenta por bajo ingreso de oxígeno al torrente circulatorio, ya sea por exposición a ambientes de gran altitud o por enfermedades de la vía aérea tanto superior como inferior, que impidan un aporte adecuado de oxígeno a la circulación pulmonar.

¹⁴ VERA Jorge Luis y cols. Introducción a la medicina aeroespacial y otorrinolaringología. Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. 2004;32(1).Suplemento.Págs 1-34

La atmósfera tiene tres grandes divisiones entre las cuales se presenta una disminución progresiva de la presión parcial oxígeno y por tanto su disponibilidad para el ingreso al árbol traqueobronquial ¹⁵:

1. Zona fisiológica (0-10.000 pies): En ella el ser humano no tiene mayores dificultades para sobrevivir.
2. Zona deficitaria (10.000-50.000 pies): En ella el ser humano sólo sobrevive con un aporte extra de oxígeno.
3. Zona equivalente-espacio (más de 50.00 pies): En ella para sobrevivir, el ser humano además de un aporte extra de oxígeno, también requiere un medio presurizado.

¹⁵ ROY L.Dehart. Physiology in flight environment in Funtamentals of Aeroespace Medicine. Second edition. Oklahoma. Lippincott Williams & Wilkins. 1996. pag 59-109

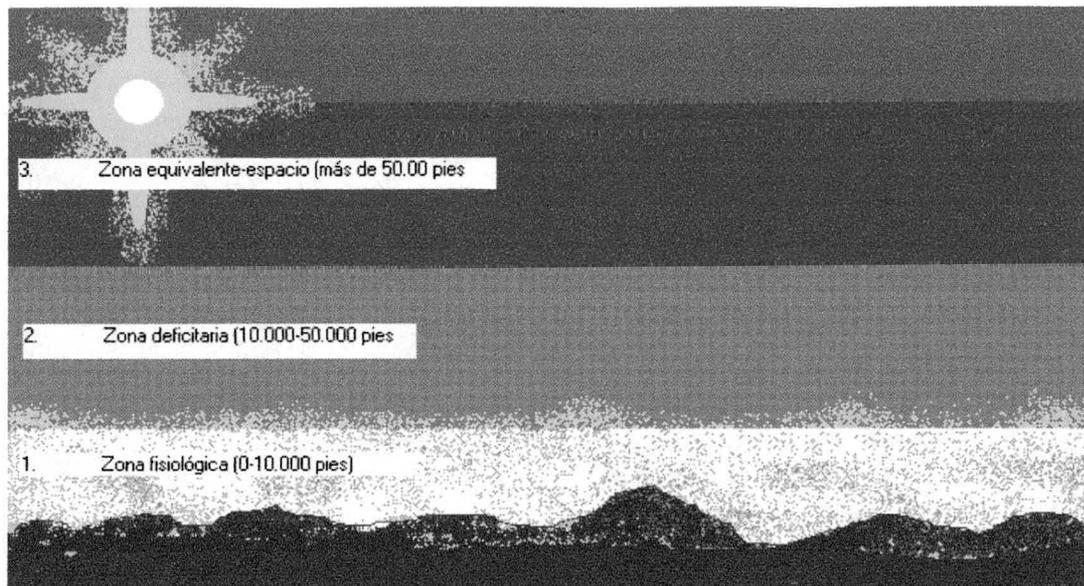


Fig. 1: Zonas atmosféricas.

A pesar de que a unos pocos cientos de pies de altura ya pueden presentarse síntomas de hipoxia, este nivel umbral es muy variable entre un individuo y otro, como veremos más adelante y la clínica estará más definida a una altura mayor de 5.000 pies.

Los cambios de presión de oxígeno afectan aún más el organismo cuando la tasa de cambio es alta, que como ya lo he mencionado, es una condición más vigente en la aviación de combate contemporánea. Estos cambios se contrarrestan en gran medida con la utilización de sistemas de suministro de oxígeno imprescindibles en los equipos de vuelo modernos, por lo cual es de vital importancia su constante revisión y mantenimiento.

Asociado a lo anterior, debe prestarse especial cuidado a las patologías obstructivas de la vía aérea superior, ya que alteraciones como la desviación septal, rinitis alérgica, hipertrofia de cornetes de cualquier etiología, poliposis nasal, hipertrofia amigdalina, entre otras, en

personas ajenas al vuelo pueden cursar asintomáticas y al no representar mayores peligros, ser manejado en forma conservadora. Pero estas mismas patologías en personal de vuelo, aún en grado leve, requieren un manejo estricto, porque sumadas a las difíciles condiciones en que se desenvuelven, representan un gran riesgo por las posibilidades de ocasionar este tipo de hipoxia.

Otras de sus causas son las patologías pulmonares como son: asma, enfermedad de membrana hialina, neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, tromboembolismo pulmonar, entre otras.

Es por esto de gran responsabilidad, el realizar los controles periódicos con el fin de prevenir, descartar o corregir este tipo de patologías y si es el caso tomar medidas como la suspensión temporal o definitiva de vuelo para los pilotos afectados, que en caso de no ser tomadas ponen en peligro su integridad y son responsabilidad del médico de aviación.

Hipoxia hipémica:

Este tipo de hipoxia se refiere a aquella producida por alteración del transporte del oxígeno en la sangre hasta la célula.

Son muchas las circunstancias implicadas en su etiología, de las cuales las principales son las siguientes:

1. Alteración o disminución de componentes sanguíneos: Anemias (normocítica, normocrómica) y hemoglobinopatías.
2. Alteración de la unión del oxígeno a la hemoglobina: Por mayor afinidad por la Hemoglobina de sustancias como el Monóxido de Carbono y Nitritos, así como medicamentos como las Sulfas.

En este tipo de hipoxia se debe hacer mención nuevamente de la importancia del buen estado de los equipos de oxígeno de las aeronaves, ya que se han reportado incidentes y accidentes, en ocasiones mortales, por filtración de gases tóxicos en los sistemas de suministro.

Hipoxia por estasis:

Es producida por cualquier circunstancia que altere la circulación sanguínea normal, afectando el normal transporte de oxígeno.

Este efecto puede ocurrir, ya sea por afección de la bomba cardíaca o por lesión vascular arterial o venosa.

Desde este punto de vista las principales causas de este tipo de hipoxia son:

1. Disminución de la presión arterial: Falla cardíaca, choque, tromboembolismo pulmonar.
2. Reducción del flujo periférico: Cambios posturales, accidentes cerebrovasculares, embolismo graso, torniquetes.

En el campo aeronáutico, este tipo de hipoxia puede producirse por exposición durante períodos prolongados a ambientes con presiones positivas o temperaturas bajas extremas que alteren la circulación a las extremidades.

Es lógico por lo tanto, que el estado cardíaco del personal de vuelo, deba ser óptimo para poder soportar las cargas gravitatorias adicionales que se imponen al organismo, que en ocasiones llegan hasta 15g, de tal suerte que pueden producir alteraciones severas en la circulación tanto central como periférica, con gran peligro para el desempeño en vuelo.

Hipoxia histotóxica:

En este caso, a pesar de existir una adecuada entrada de oxígeno al organismo y efectivo transporte de éste, la célula es incapaz de llevar a cabo su utilización.

Se presenta principalmente en la intoxicación por cianuros y alcohol.

Los pilotos de combate son personal predominantemente joven, lo cual sumado al estrés generado por circunstancias tanto personales como laborales, podría llevar a una mayor tendencia al consumo de alcohol. Sin embargo, su formación, la disciplina del medio en el que se desenvuelven y las constantes conferencias educativas por parte del personal de medicina de aviación, son la base para la prevención de accidentes por este factor.

5.2.2 ETAPAS DE LA HIPOXIA¹⁶:

Sin importar cuál sea la causa de la hipoxia, se manifiesta con signos y síntomas de presentación paulatina, que deben ser conocidos e identificados en forma inmediata por el piloto. De ello depende la oportuna toma de decisiones con el fin de revertir la hipoxia de presentación aguda en vuelo, ya que de lo contrario puede sobrepasarse el punto de “no retorno”, en el cual las alteraciones de la esfera mental no permiten hacer las correcciones necesarias y ponen en peligro la vida.

Con el fin de que los pilotos reconozcan en la práctica cada una de las fases por las cuales pasa cuando se somete a hipoxia, se realizan entrenamientos periódicos en cámaras de altura, que son equipos que simulan las condiciones de vuelo a diferentes altitudes.

La hipoxia tiene cuatro etapas¹⁷:

¹⁶ VERA Jorge Luis y cols. Introducción a la medicina aeroespacial y otorrinolaringología. Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. 2004;32(1).Suplemento.Págs 1-34

1. **Etapa indiferente:** Inicialmente se afecta la visión, principalmente la nocturna. En promedio a 5.000 pies se pierde 5-10% de la capacidad visual, 15-25% a 10.000 pies y 25-30% a 12.000 pies.
2. **Etapa compensatoria:** El sistema circulatorio y respiratorio brindan mecanismos de defensa contra las condiciones hipóxicas, por tanto se manifiesta con aumento en la presión sistólica y la frecuencia cardíaca. En esta etapa ya se hacen manifiestos síntomas neurológicos, como es somnolencia, disminución de eficiencia para resolución de problemas sencillos, cálculo y toma de decisiones.
3. **Etapa de alteraciones:** Aquí son severos los síntomas neurológicos, con mareo, cefalea, astenia, adinamia o en ocasiones euforia.
4. **Etapa crítica:** Se presenta pérdida del estado de alerta y el paso a esta etapa puede ser paulatino con duración desde el inicio de síntomas de pocos minutos, o llegar a ella directamente en ocasiones solo con manifestaciones visuales iniciales.

En el entrenamiento en cámara de altura a medida que se progresa en la altitud simulada, se le enseña al piloto como se alteran en primera instancia, procesos tan

¹⁷ ROY L. Dehart. Physiology in flight environment in Fundamentals of aerospace medicine. Second edition. Oklahoma. Lippincott Williams & Wilkins. 1996. pag 59-109

sencillos como es el cálculo matemático y la toma de decisiones, ambas fundamentales para el buen desempeño dentro de una aeronave.

Es en esta etapa cuando realmente se puede revertir el proceso de la hipoxia.

Muy pocos son los pilotos que refieren haber percibido la visión de túnel mientras conducían una aeronave y haber sobrevivido, ya que esta etapa se encuentra muy cerca de la pérdida del estado de alerta.

5.2.3 FACTORES AUTOIMPUESTOS:

Como hemos citado anteriormente, hay factores intrínsecos que aumentan la susceptibilidad a la hipoxia y sumados a ellos, otros factores que el propio individuo impone a su organismo y que igualmente alteran sus condiciones fisiológicas como son:

1. **Alcohol:** Es una sustancia citotóxica que afecta la utilización del oxígeno por parte de ésta. Una onza de alcohol tiene un efecto similar a un ambiente a una altura de 2.000 pies, sumado a las alteraciones neurológicas y psicológicas a las cuales somete al individuo.
2. **Cigarrillo:** El Monóxido de Carbono presente en el cigarrillo, como lo dijimos antes, disminuye la capacidad de transporte del oxígeno, por la mayor afinidad del CO por la Hemoglobina, la cual es 200 veces mayor que la del oxígeno.

3. Fatiga: Bajo estas condiciones se disminuye notablemente la tolerancia a la hipoxia, lo cual adicional a que las manifestaciones de la fatiga pueden ser similares a las de la hipoxia, hacen sumamente peligrosa su combinación.

Cada uno de los anteriores factores es potencialmente peligroso, más si existen reservas orgánicas disminuidas y condiciones del medio aeronáutico adversas.

Por tanto dentro del continuo proceso de educación del personal de vuelo se insiste en que no se debe imponer al cuerpo factores deletéreos innecesarios, que pongan en riesgo la vida.

5.2.4 EFECTOS DE LA HIPOXIA A NIVEL AUDITIVO:

A pesar de que el sistema auditivo es de los últimos en afectarse a consecuencia de la hipoxia, hay alteraciones y son principalmente en la sensibilidad.¹⁸

Se ha observado que niveles severos de hipoxia (niveles de saturación de oxígeno menores de 65%) inducen importantes reducciones de sensibilidad coclear, medida por medio de amplitud de otoemisiones acústicas o umbrales de BERA.

¹⁸ LOVE JT (h.), CORREIA MJ. Medicina Aeroespacial. In: Otorrinolaringología. Paparella MM, Shumrick DA (ed), Buenos Aires, , Editorial Médica Panamericana S.A. 1982, Páginas 957-971

Ello lleva a que la audición será afectada en mayor cuantía a medida que la hipoxia aumenta.

En contra de lo anterior, investigaciones recientes han determinado que la localización espacial del sonido no se afecta con las condiciones de hipoxia.

5.2.5 PREVENCIÓN DE LA HIPOXIA:

Tanto o más importante que el manejo de la hipoxia cuando ésta se haya presente, es la prevención de su presentación.

Por tanto es fundamental para el usuario del medio aeronáutico en conocer y detectar en forma temprana cada una de las manifestaciones que, a todo nivel, produce la hipoxia.

Así mismo, a nivel otorrinolaringológico, se debe corregir todo tipo de patologías de la vía aérea superior susceptibles de tratamiento médico o quirúrgico para mejorar las condiciones de aporte de oxígeno.

Además de lo anterior evitar todo tipo de factores autoimpuestos que aumenten la susceptibilidad a la hipoxia y por tanto el riesgo de su presentación.

5.2.6 TRATAMIENTO:

Ante la sospecha de la presencia de cualquiera de los síntomas anteriormente descritos, descartadas otras causas de hipoxia que puedan perpetuar el cuadro clínico, se debe suministrar oxígeno al 100%, luego de lo cual debe observarse una mejoría casi inmediata o de lo contrario buscar otra explicación para la presencia de los síntomas¹⁹.

Es importante de nuevo recordar que debe contarse con un adecuado cuidado con los equipos de oxígeno tanto para evitar fugas, como filtraciones de gases contaminantes.

En caso de encontrarse en una aeronave sin posibilidad de administración del gas, se debe inmediatamente bajar a una altitud menor de 10.000 pies, que permitan acondicionamiento del organismo sin el suministro de oxígeno.

Nunca se debe menospreciar la presencia del cuadro clínico de la hipoxia y si el afectado es el comandante de una aeronave, lo más importante es entregar el mando a otro piloto, hasta tanto no se haya controlado la situación.

La peor decisión es no darle ventaja a la duda, puesto que el criterio para la toma de decisiones es de las primeras manifestaciones de la hipoxia.

5.3 ESTRÉS TÉRMICO EN EL VUELO

¹⁹ VERA Jorge Luis y cols. Introducción a la medicina aeroespacial y otorrinolaringología. Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. 2004;32(1).Suplemento. Págs 1-34

El stress térmico aparece desde el momento mismo en el cual la aviación se masifica y traslada sus operaciones hacia condiciones climáticas extremas tales como trópicos, desiertos y regiones polares, ambientes en los cuales hacen su aparición toda suerte de factores que precipitan la aparición de estrés por calor o por frío muy a pesar de los importantes desarrollos alcanzados en el diseño de cabinas , materiales para los trajes de vuelo, lineamientos ocupacionales en hangares u otros sitios de trabajo y entrenamiento al personal de vuelo sobre cómo sortear todo tipo de inconvenientes relacionados con condiciones climáticas externas. De igual manera la continua investigación sobre este campo ha traído a consideración nuevos aspectos generadores de estrés térmico como sucede con la energía resultante de la radiofrecuencia emitida en vuelo por equipos de comunicación, diferentes clases de radares y equipo de tiro²⁰ . Adicionalmente la probabilidad de que el estrés térmico haga su aparición dependerá del tipo de misión, la altitud a la que se vuele y el tiempo de permanencia sobre la línea de vuelo. Una misión que encierre vuelo a baja altura, en zonas cálidas y húmedas, con un carreteo prolongado facilitará sin duda la deshidratación, poniendo en riesgo la seguridad del vuelo y la efectividad de la misma. Los aspectos anteriormente descritos deben generar en el personal de vuelo pero, más relevante aún, en el personal entrenado en medicina de aviación el entendimiento de todos los fenómenos fisiológicos anormales que se pudieran presentar en las diferentes áreas de trabajo, equipos aeronáuticos, misiones de vuelo con el firme propósito de evitar o modificar aquellas condiciones que faciliten la aparición de estrés térmico , así mismo a partir del análisis de todas estas experiencias el personal sanitario deberá liderar la formulación de normas que brinden confort y seguridad al vuelo, recomendaciones para mejorar el diseño de hábitat laborales, cabinas, simuladores y trajes de vuelo.

²⁰ 20 NUNNELEY Sarah, ADAIR Eleanor. Termal stress. En: Aviation and Space Medicine. Baltimore, Williams and Wilkins, 2002, Páginas: 271-287

Siendo el ser humano el factor principal de las actividades aeronáuticas, el presente trabajo se ocupará de cinco trastornos fisiopatológicos a partir de los cuales saldrán las siguientes guías de manejo con el propósito de brindar una mejor orientación médica y motivar al diagnóstico y registro estadístico de las mismas:

GUIA DE MANEJO DE LA HIPOXIA

GUIA DE MANEJO DE LA BAROTITIS

GUIA DE MANEJO DE LA BAROSINUSITIS

GUIA DE MANEJO DE ESTRÉS TERMICO POR CALOR

GUIA DE MANEJO DE ESTRÉS TERMICO POR FRIO.

5. 4 GUIA DE MANEJO DE LA HIPOXIA

5.4.1 JUSTIFICACION:

El medio aeronáutico exige al organismo del piloto de aeronaves de la Fuerza Aérea Colombiana, soportar cambios atmosféricos de presión de oxígeno que pueden desencadenar la entidad denominada hipoxia. Es así, como la hipoxia no sólo tiene su etiología en factores extrínsecos como la exposición a grandes alturas, sino también en factores intrínsecos como patologías en diversos sistemas orgánicos y factores autoimpuestos como el alcohol y el cigarrillo, que pueden desencadenarla aún en condiciones normobáricas.

Por lo anterior, se debe tener presente que a pesar de que no es posible modificar los factores extrínsecos, los intrínsecos pueden ser corregidos o disminuidos y los autoimpuestos evitados. De ello se desprende la importante labor del médico de aviación tanto en la parte terapéutica como preventiva, con el fin de optimizar el estado del personal a su cargo y, en el caso de no lograrse, tomar la difícil pero salvadora decisión de suspender de vuelo el personal afectado.

Este tipo de acciones tienen mayor impacto en la aviación de combate en el cual el equilibrio se rompe más fácilmente debido a que los cambios en las condiciones de vuelo se suceden en forma vertiginosa y por tanto, la complejidad y velocidad de las decisiones que deben tomarse, exigen de estos pilotos óptimas condiciones físicas y mentales.

5.4.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.4.2.1 DEFINICION

La Hipoxia se define como un estado de déficit del oxígeno necesario para llevar a cabo todos los procesos metabólicos celulares

5.4.2.2 CLASIFICACIÓN Y ETIOLOGÍA

Hipoxia hipóxica:

Este es el tipo de hipoxia se presenta por bajo ingreso de oxígeno al torrente circulatorio, ya sea por exposición a ambientes de gran altitud o por enfermedades de la vía aérea tanto superior como inferior, que impidan un aporte adecuado de oxígeno a la circulación pulmonar.

La atmósfera tiene tres grandes divisiones entre las cuales se presenta una disminución progresiva de la presión parcial oxígeno y por tanto su disponibilidad para el ingreso al árbol traqueobronquial:

- Zona fisiológica (0-10.000 pies): En ella el ser humano no tiene mayores dificultades para sobrevivir.
- Zona deficitaria (10.000-50.000 pies): En ella el ser humano sólo sobrevive con un aporte extra de oxígeno.
- Zona equivalente-espacio (más de 50.00 pies): En ella para sobrevivir, el ser humano además de un aporte extra de oxígeno, también requiere un medio presurizado.

A pesar de que a unos pocos cientos de pies de altura ya pueden presentarse síntomas de hipoxia, este nivel umbral es muy variable entre un individuo y otro, como veremos más adelante y la clínica estará más definida a una altura mayor de 5.000 pies.

Los cambios de presión de oxígeno afectan aún más el organismo cuando la rata de cambio es alta, que como ya se menciono, es una condición más vigente en la aviación de combate contemporánea. Estos cambios se contrarrestan en gran medida con la utilización de sistemas de suministro de oxígeno imprescindibles en los equipos de vuelo modernos, por lo cual es de vital importancia su constante revisión y mantenimiento.

Asociado a lo anterior, debe prestarse especial cuidado a las patologías obstructivas de la vía aérea superior, ya que alteraciones como la desviación septal, rinitis alérgica, hipertrofia de cornetes de cualquier etiología, poliposis nasal, hipertrofia amigdalina, entre otras, en personas ajenas al vuelo pueden cursar asintomáticas y al no representar mayores peligros, ser manejado en forma conservadora. Pero estas mismas patologías en personal de vuelo, aún en grado leve, requieren un manejo estricto, porque sumadas a las difíciles condiciones en que se desenvuelven, representan un gran riesgo por las posibilidades de ocasionar este tipo de hipoxia.

Otras de sus causas son las patologías pulmonares como son: asma, enfermedad de membrana hialina, neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, tromboembolismo pulmonar, entre otras.

Es por esto de gran responsabilidad, el realizar los controles periódicos con el fin de prevenir, descartar o corregir este tipo de patologías y si es el caso tomar medidas como la suspensión temporal o definitiva de vuelo para los pilotos afectados, que en caso de no ser tomadas ponen en peligro su integridad y son responsabilidad del médico de aviación.

Hipoxia hipémica:

Este tipo de hipoxia se refiere a aquella producida por alteración del transporte del oxígeno en la sangre hasta la célula.

Son muchas las circunstancias implicadas en su etiología, de las cuales las principales son las siguientes:

- Alteración o disminución de componentes sanguíneos: Anemias (normocítica, normocrómica) y hemoglobinopatías.

- Alteración de la unión del oxígeno a la hemoglobina: Por mayor afinidad por la Hemoglobina de sustancias como el Monóxido de Carbono y Nitritos, así como medicamentos como las Sulfas.

En este tipo de hipoxia se debe hacer mención nuevamente de la importancia del buen estado de los equipos de oxígeno de las aeronaves, ya que se han reportado incidentes y accidentes, en ocasiones mortales, por filtración de gases tóxicos en los sistemas de suministro.

Hipoxia por estasis:

Es producida por cualquier circunstancia que altere la circulación sanguínea normal, afectando el normal transporte de oxígeno.

Este efecto puede ocurrir, ya sea por afección de la bomba cardiaca o por lesión vascular arterial o venosa.

Desde este punto de vista las principales causas de este tipo de hipoxia son:

3. Disminución de la presión arterial: Falla cardiaca, choque, tromboembolismo pulmonar.
4. Reducción del flujo periférico: Cambios posturales, accidentes cerebrovasculares, embolismo graso, torniquetes.

En el campo aeronáutico, este tipo de hipoxia puede producirse por exposición durante períodos prolongados a ambientes con presiones positivas o temperaturas bajas extremas que alteren la circulación a las extremidades.

Es lógico por lo tanto, que el estado cardíaco del personal de vuelo, deba ser óptimo para poder soportar las cargas gravitatorias adicionales que se imponen al organismo, que en ocasiones llegan hasta 15g, de tal suerte que pueden producir alteraciones severas en la circulación tanto central como periférica, con gran peligro para el desempeño en vuelo.

Hipoxia histotóxica:

En este caso, a pesar de existir una adecuada entrada de oxígeno al organismo y efectivo transporte de éste, la célula es incapaz de llevar a cabo su utilización. Se presenta principalmente en la intoxicación por cianuros y alcohol.

Los pilotos de combate son personal predominantemente joven, lo cual sumado al estrés generado por circunstancias tanto personales como laborales, podría llevar a una mayor tendencia al consumo de alcohol. Sin embargo, su formación, la disciplina del medio en el que se desenvuelven y las constantes conferencias educativas por parte del personal de medicina de aviación, son la base para la prevención de accidentes por este factor.

5.4.2.3 SIGNOS Y SÍNTOMAS

Sin importar cuál sea la causa de la hipoxia, se manifiesta con signos y síntomas de presentación paulatina, que deben ser conocidos e identificados en forma inmediata por el piloto. De ello depende la oportuna toma de decisiones con el fin de revertir la hipoxia de presentación aguda en vuelo, ya que de lo contrario puede sobrepasarse el punto de “no retorno”, en el cual las alteraciones de la esfera mental no permiten hacer las correcciones necesarias y ponen en peligro la vida.

La hipoxia tiene cuatro etapas:

- **Etapa indiferente:** Inicialmente se afecta la visión, principalmente la nocturna. En promedio a 5.000 pies se pierde 5-10% de la capacidad visual, 15-25% a 10.000 pies y 25-30% a 12.000 pies.
- **Etapa compensatoria:** El sistema circulatorio y respiratorio brindan mecanismos de defensa contra las condiciones hipóxicas, por tanto se manifiesta con aumento en la presión sistólica y la frecuencia cardíaca. En esta etapa ya se hacen manifiestos síntomas neurológicos, como es somnolencia, disminución de eficiencia para resolución de problemas sencillos, cálculo y toma de decisiones.
- **Etapa de alteraciones:** Aquí son severos los síntomas neurológicos, con mareo, cefalea, astenia, adinamia o en ocasiones euforia.
- **Etapa crítica:** Se presenta pérdida del estado de alerta y el paso a esta etapa puede ser paulatino con duración desde el inicio de síntomas de pocos minutos, o llegar a ella directamente en ocasiones solo con manifestaciones visuales iniciales.

Muy pocos son los pilotos que refieren haber percibido la visión de túnel mientras conducían una aeronave y haber sobrevivido, ya que esta etapa se encuentra muy cerca de la pérdida del estado de alerta.

5.4.2.4 FACTORES AUTOIMPUESTOS:

Como hemos citado anteriormente, hay factores intrínsecos que aumentan la susceptibilidad a la hipoxia y sumados a ellos, otros factores que el propio individuo impone a su organismo y que igualmente alteran sus condiciones fisiológicas como son:

- **Alcohol:** Es una sustancia citotóxica que afecta la utilización del oxígeno por parte de ésta. Una onza de alcohol tiene un efecto similar a un ambiente a una altura de

2.000 pies, sumado a las alteraciones neurológicas y psicológicas a las cuales somete al individuo.

- **Cigarrillo:** El Monóxido de Carbono presente en el cigarrillo, como lo dijimos antes, disminuye la capacidad de transporte del oxígeno, por la mayor afinidad del CO por la Hemoglobina, la cual es 200 veces mayor que la del oxígeno.
- **Fatiga:** Bajo estas condiciones se disminuye notablemente la tolerancia a la hipoxia, lo cual adicional a que las manifestaciones de la fatiga pueden ser similares a las de la hipoxia, hacen sumamente peligrosa su combinación.

Cada uno de los anteriores factores es potencialmente peligroso, más si existen reservas orgánicas disminuidas y condiciones del medio aeronáutico adversas.

Por tanto dentro del continuo proceso de educación del personal de vuelo se insiste en que no se debe imponer al cuerpo factores deletéreos innecesario, que pongan en riesgo la vida.

5.4.3 OBJETIVO.

Dar las pautas para la detección, prevención y tratamiento de la hipoxia

5.4.4 POBLACION OBJETO

Población de pilotos y tripulantes de vuelo de la Fuerza Aérea Colombiana

5.4.5 PREVENCIÓN DE LA HIPOXIA:

Tanto o más importante que el manejo de la hipoxia cuando ésta se haya presente, es la prevención de su presentación. Por lo tanto es fundamental para el usuario del medio aeronáutico en conocer y detectar en forma temprana cada una de las manifestaciones que, a todo nivel, produce la hipoxia.

Con el fin de que los pilotos reconozcan en la práctica cada una de las fases por las cuales pasa cuando se somete a hipoxia, se realizan entrenamientos periódicos en cámaras de altura, que son equipos que simulan las condiciones de vuelo a diferentes altitudes. En el entrenamiento en cámara de altura a medida que se progresa en la altitud simulada, se le enseña al piloto como se alteran en primera instancia, procesos tan sencillos como es el cálculo matemático y la toma de decisiones, ambas fundamentales para el buen desempeño dentro de una aeronave.

Así mismo, a nivel otorrinolaringológico, se debe corregir todo tipo de patologías de la vía aérea superior susceptibles de tratamiento médico o quirúrgico para mejorar las condiciones de aporte de oxígeno.

Además de lo anterior evitar todo tipo de factores autoimpuestos que aumenten la susceptibilidad a la hipoxia y por tanto el riesgo de su presentación.

5.4.6 TRATAMIENTO

Ante la sospecha de la presencia de cualquiera de los síntomas anteriormente descritos, descartadas otras causas de hipoxia que puedan perpetuar el cuadro clínico, se debe suministrar oxígeno al 100%, luego de lo cual debe observarse una mejoría casi inmediata o de lo contrario buscar otra explicación para la presencia de los síntomas.

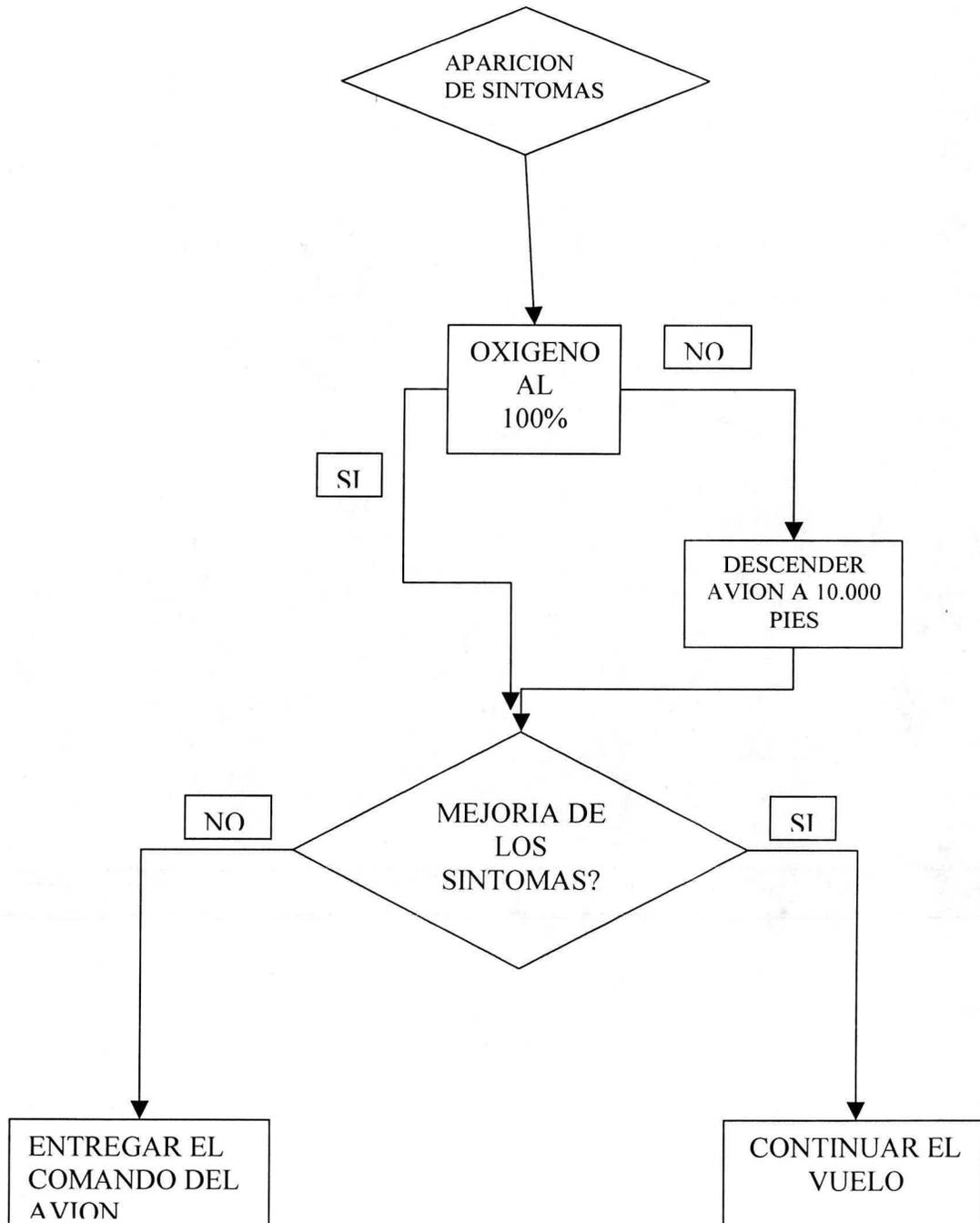
Es importante de nuevo recordar que debe contarse con un adecuado cuidado con los equipos de oxígeno tanto para evitar fugas, como filtraciones de gases contaminantes.

En caso de encontrarse en una aeronave sin posibilidad de administración del gas, se debe inmediatamente bajar a una altitud menor de 10.000 pies, que permitan acondicionamiento del organismo sin el suministro de oxígeno.

Nunca se debe menospreciar la presencia del cuadro clínico de la hipoxia y si el afectado en el comandante de una aeronave, lo más importante es entregar el mando a otro piloto, hasta tanto no se haya controlado la situación.

La peor decisión es no darle ventaja a la duda, puesto que el criterio para la toma de decisiones es de las primeras manifestaciones de la hipoxia.

5.4.7. FLUJOGRAMA



5.5 GUIA DE MANEJO DE LA BAROTITIS MEDIA

5.5.1 JUSTIFICACION.

Los órganos principalmente afectados por el barotrauma tienen en común la presencia de gas en su interior el cual, de manera predecible, varía en su presión y volumen durante el vuelo, de acuerdo con los cambios de presión atmosférica. El comportamiento del gas y los efectos en el organismo dependen de si el órgano que lo contiene es cerrado o semi-cerrado; el oído medio, los senos paranasales y los pulmones son ejemplos de cavidades semi-cerradas mientras que el tracto gastrointestinal es ejemplo de cavidad cerrada. El cuerpo humano es capaz de tolerar grandes cambios de presión barométrica mientras la presión dentro de las cavidades que contienen gas sea igual a la presión del medio ambiente; caso contrario ocurre cuando los gases en expansión que no pueden escapar para igualar las presiones corporales con las ambientales.

La principal alteración se produce en el oído medio pero, en casos especiales, el barotrauma puede afectar también el oído externo y/o interno. El barotrauma otítico es el más frecuente en el personal de vuelo, correspondiendo a las dos terceras partes de todos los casos de barotrauma y ocurre principalmente durante el descenso por presión negativa dentro del oído

Las tripulaciones de la Fuerza Aérea Colombiana que vuelan aeronaves no presurizadas como son los T27,T37,A37,C-95,C-208, Casa 212 y AC-47T, están expuestas a alturas potencialmente susceptibles para la aparición de disbarismos y enfermedades por descompresión durante los ascensos y descensos.

5.5.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.5.2.1 DEFINICION

El término barotrauma hace referencia a los daños traumáticos en ciertos órganos del cuerpo, resultantes de los cambios de presión atmosférica. El barotrauma corresponde a una de las alteraciones producidas por el disbarismo; las otras alteraciones son hipobarismo, hiperbarismo y descompresión, acerca de las cuales no nos ocuparemos en estas guías.

La barotitis media se define como la inflamación traumática, aguda o crónica, del oído medio producida por una diferencia de presión entre el aire contenido en la cavidad timpánica y celdas mastoideas y la atmósfera circundante. Se conoce también como aerotitis media o barotrauma otíco y es uno de los problemas más comunes durante los vuelos, aún en cabina presurizada; sin embargo, la incidencia exacta no es fácil de establecer ya que los afectados, en casos leves no consultan y, en el caso de las tripulaciones, el temor a ser suspendidos de vuelo durante el tiempo de recuperación hace que no consulten libremente al médico de aviación u otorrinolaringólogo.

5.5.2.2 FISIOPATOLOGIA

las alteraciones y daños que el gas produce en la mucosa y estructuras vecinas de oído medio y senos paranasales, cuando las presiones dentro de las cavidades no se equilibran adecuadamente, se explican por los estudios de Robert Boyle, físico y químico irlandés que en el siglo XVII estudió la compresibilidad de los gases y el abad Edme Mariotte, físico francés contemporáneo de Boyle. De las observaciones y estudios de cada uno de ellos se derivó la que actualmente se conoce como ley de Boyle-Mariotte, cuyo enunciado dice que *'a temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a su presión'*. Aplicada esta ley al ser humano en vuelo tendremos que la temperatura constante corresponde a la corporal promedio (37° C.) y la presión del gas (aire + vapor de agua) contenido en las cavidades de oído medio y senos paranasales variará de acuerdo con la presión barométrica; así, cuando la presión atmosférica disminuye durante el ascenso el volumen del gas aumentará e, inversamente, durante el descenso aumentará la presión atmosférica y el volumen del gas se reducirá. Si el aire logra circular libremente entre el

oído medio y la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio o entre los senos paranasales y las fosas nasales a través de los ostium, no se producirá alteración alguna; pero si el mecanismo de válvula unidireccional de la trompa de Eustaquio no permite circulación del aire, o el ostium de algún seno paranasal está obstruido, se originará una presión en las paredes de estas cavidades dada por el cambio de volumen del aire contenido en ellas (positiva durante el ascenso y negativa en el descenso) que será la causa del barotrauma, otíco o sinusal según el caso.

Para darnos una idea de los cambios de presión y volumen durante el ascenso y descenso en vuelo en un avión no presurizado, tengamos en cuenta lo siguiente: a nivel del mar (0 metros) la presión atmosférica es de 760 mm de mercurio; si ascendemos a 5500 metros la presión será de media atmósfera (380 mm Hg) y a esta altura las partículas de aire que inicialmente ocuparían un litro al nivel del mar, ocuparán 2 litros al bajar la presión a media atmósfera. Saliendo del aeropuerto de La Paz (Bolivia) a una altura de 3630 mts, los pasajeros que aterricen en un aeropuerto a nivel del mar habrán reducido el volumen de gas atrapado en sus cavidades corporales más de una y media veces; si no logran compensar las presiones internas con la presión atmosférica circundante (inicialmente durante el ascenso hasta alcanzar la altura de crucero y finalmente durante el descenso hasta el nivel del mar), tendrían un severo barotrauma tanto otíco como sinusal al término del viaje. Por fortuna, en la actualidad la mayoría de aviones comerciales tienen cabina presurizada y los cambios de presión atmosférica a los que están expuestos los tripulantes y pasajeros son menores, alcanzando una presión atmosférica dentro de la cabina equivalente a una altura de 2000 mts. en promedio.

Aunque la población más expuesta a sufrir el barotrauma, teniendo en cuenta su actividad profesional, es el personal de tripulantes de vuelo y dentro de éstos principalmente los pilotos militares que vuelan equipo no presurizado, las alteraciones en oído medio y senos paranasales pueden afectar por igual a tripulantes y pasajeros, frecuentes u ocasionales, en especial si abordan una aeronave padeciendo una afección que limite la permeabilidad normal de trompa de Eustaquio y complejos osteomeatales. Veremos a continuación, en

forma resumida, las principales alteraciones fisiopatológicas que pueden observarse a nivel de estas cavidades.

La clave en la fisiopatología de la barotitis media está en la anatomía del oído medio; para efectos prácticos éste debe considerarse como una cavidad rígida excepto su pared lateral constituida por la membrana timpánica y considerada como una estructura semielástica con movimientos mínimos que permiten tolerar cambios de presión hasta de 14.7 mm Hg (200 mm de agua) antes de provocar molestias; la comunicación con la nasofaringe a través de la trompa de Eustaquio corresponde, en su tercio posterior a un tubo óseo rígido siempre permeable y, en los dos tercios anteriores, una estructura membrano-cartilaginosa normalmente cerrada que se comporta como una válvula unidireccional la cual, en condiciones normales, permite la salida libre de aire del oído medio hacia la faringe pero no así en sentido contrario para lo cual se requieren movimientos activos fisiológicos de los músculos tensor y elevador del velo del paladar (deglutir, bostezar) que abren la desembocadura de la trompa en la nasofaringe y permiten el paso de aire al oído medio, logrando el equilibrio de presiones durante los descensos cuando el aumento de presión atmosférica hace que el volumen de aire en el oído medio se reduzca y se cree una relativa presión negativa dentro de él.

Al iniciar un vuelo, durante el ascenso, se va creando una relativa presión positiva dentro del oído medio al bajar la presión atmosférica; estos cambios de presión son mayores a bajas alturas donde el aire es más denso; normalmente, 5 mm Hg de presión positiva son suficientes para que el aire fluya hacia la nasofaringe, espontáneamente y sin causar molestias; al alcanzar entre 10 y 15 mm Hg de gradiente de presión (aprox. 120-160 metros) puede haber sensación de plenitud en el oído e hipoacusia leve que se alivia con un movimiento de deglución; cada vez que escapa aire hacia la nasofaringe queda un remanente de presión positiva en el oído medio de entre 3 y 4 mm Hg; a partir de este momento el ciclo se repite cada 145 mts. de elevación. Si por algún motivo no se logran equilibrar las presiones los síntomas aumentan y puede producirse vértigo, conocido como

vértigo alternobárico, Durante el vuelo de crucero las presiones permanecen equilibradas y no debe haber ningún síntoma o molestia auditivos.

Durante el descenso ocurren los cambios fisiopatológicos más importantes; al bajar la presión atmosférica se requiere la entrada de aire al oído medio para aliviar la relativa presión negativa que allí se genera a medida que la aeronave pierde altura; la trompa de Eustaquio permanece cerrada a menos que la acción muscular voluntaria la abra para permitir la entrada de aire y equilibrar temporalmente las presiones. Si el gradiente de presión se incrementa, sin lograr el equilibrio de presiones, al llegar a una presión diferencial de 80-90 mm Hg la trompa se colapsa y ningún movimiento fisiológico descrito logrará abrirla, los síntomas serán francamente desagradables y se requerirán maniobras no fisiológicas como la de Valsalva para lograr vencer la resistencia de la trompa sellada y evitar la ruptura de la membrana timpánica.

5.5.2.3 ETIOLOGIA

La barotitis media, referida por muchos pacientes como un "bloqueo del oído" tiene como causa más común la falta de permeabilidad de la trompa de Eustaquio en su extremo faríngeo. Los factores predisponentes en la generación de un barotrauma otíco incluyen: inflamación de la trompa de Eustaquio por infección, alergia o barotrauma previo; alteraciones mucociliares como fibrosis quística, síndrome de Kartagener o mucopolisacaridosis; disfunción muscular palatina como en el paladar hendido o miastenia gravis; obstrucción del orificio faríngeo de la trompa de Eustaquio por hipertrofia de adenoides o tumores nasofaríngeos; obstrucción nasal por desviación septal, poliposis, rinitis o atresia de coanas; maniobra de Valsalva inusualmente vigorosa. Otros factores que influyen en el desarrollo del barotrauma otíco incluyen la rata de descenso de la aeronave y el desconocimiento del problema: en primer lugar, en condiciones normales los vuelos comerciales descienden suavemente, en promedio menos de 400 metros por minuto, mientras que los aviones militares pueden alcanzar ratas de descenso de varios miles de metros por minuto, lo cual incrementa en alto grado el riesgo de sufrir barotrauma; por otra

parte, comparada con el buceo en el que los participantes son instruidos en los riesgos a que se exponen y la forma de evitarlos, la actividad de volar es muy popular y los pasajeros de líneas aéreas comerciales abordan el avión con poco o ningún conocimiento acerca de los problemas fisiológicos a los que se pueden ver expuestos; es muy común ver, al abordar una aeronave, que muchas personas ocluyen sus conductos auditivos externos con algodón con la creencia de que de esa forma evitarán sufrir de dolor de oído.

5.5.2.4 SINTOMAS Y SIGNOS

Los síntomas varían dependiendo de la magnitud de presión diferencial y de la velocidad con que se desarrolla. El barotrauma leve se inicia con sensación de plenitud que pasa a otalgia moderada con acúfeno de tono bajo e hipoacusia; estos síntomas desaparecen al igualar voluntariamente las presiones. En el barotrauma moderado se incrementan los síntomas anotados y hay sensación de líquido en el oído medio durante la deglución o con los movimientos de cabeza. El barotrauma severo se caracteriza por un dolor incapacitante, aumento de la hipoacusia y el acúfeno y puede haber aparición de vértigo; todos los síntomas desaparecen cuando, finalmente, hay ruptura de la membrana timpánica.

Los signos observados, cronológicamente, son: abombamiento de la membrana timpánica durante el ascenso, otoscopia normal durante el vuelo de crucero y retracción timpánica al iniciar el descenso seguida de prominencia del mango del martillo con hiperemia del mismo y del rodete timpánico, micro hemorragias, nivel hidroaéreo o burbujas dentro del oído medio, hemotímpano y ruptura timpánica como evento final.

5.5.3 OBJETIVO

Determinar las pautas de manejo de las alteraciones causadas durante el vuelo secundarias a los cambios ocurridos por diferencias de presión en el oído medio

5.5.4 POBLACION OBJETO

Personal de pilotos y tripulantes de la Fuerza Aérea Colombiana

5.5.5 TRATAMIENTO

El tratamiento varía dependiendo del momento en que es atendido el paciente y los hallazgos clínicos.

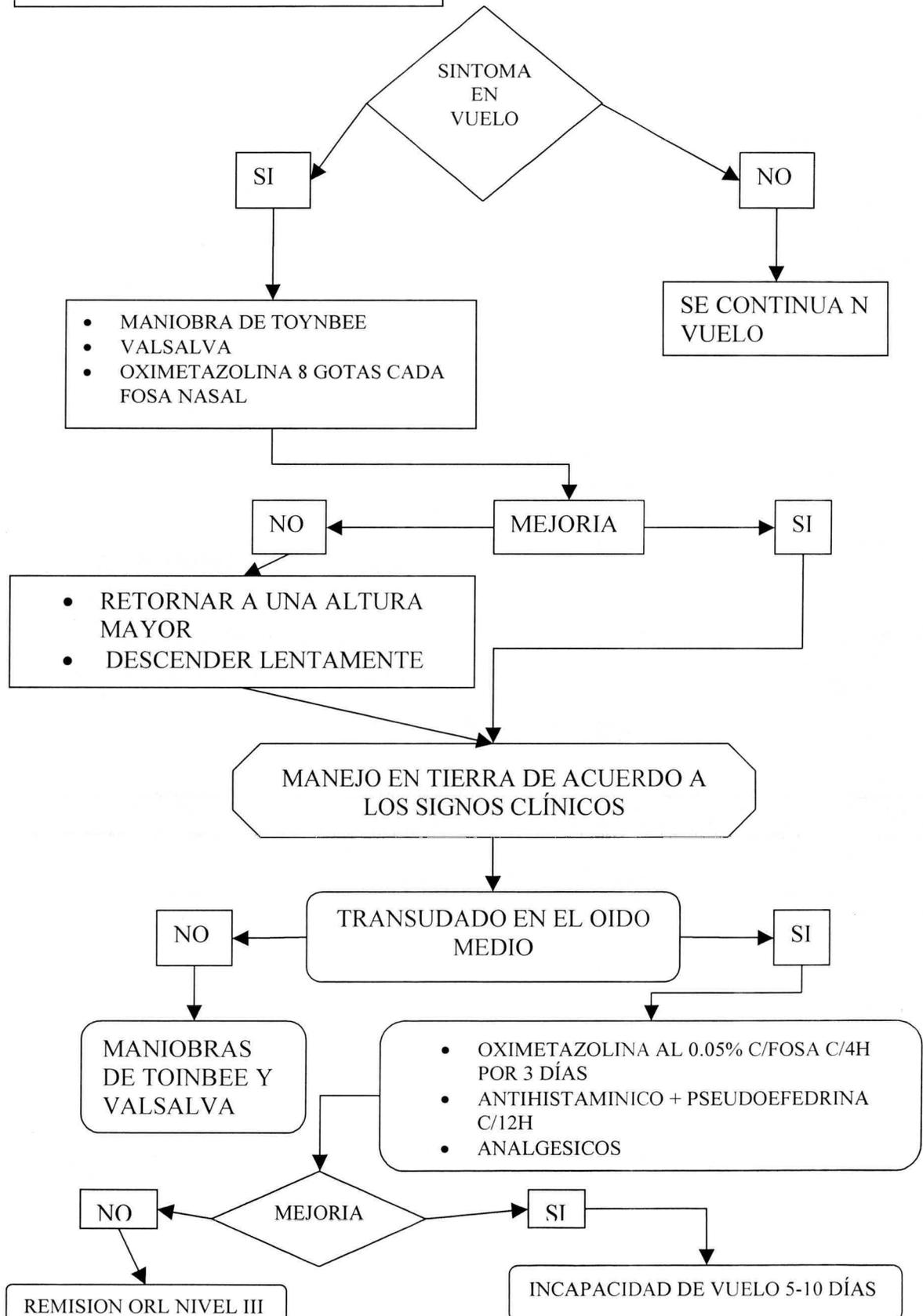
5.5.5.1 MANEJO EN VUELO.

La medida inicial es realizar maniobra de Toynbee (tapar las fosas nasales y tragar) y Valsalva tan pronto empiece la sensación de plenitud en oído; atomizar oximetazolina vía nasal con un refuerzo pocos minutos después tratando de alcanzar la desembocadura de la trompa de Eustaquio; si con estos dos procedimientos no se logra mejoría lo ideal sería retornar a una altura mayor y reiniciar un descenso suave realizando maniobras de Valsalva periódicamente.

5.5.5.2 MANEJO EN TIERRA

Si el tripulante o pasajero es atendido en tierra el manejo se hará de acuerdo con los signos clínicos; si no hay evidencia de trasudado debe intentarse la ventilación del oído medio con maniobra de Toynbee , Valsalva o Politzerización. Si a la otoscopia se observa presencia de líquido habrá desaparecido la otalgia y los síntomas relatados son sensación de oído tapado e hipoacusia leve; en este punto no debe intentarse la ventilación del oído y está indicado el uso de descongestionante, tanto tópico (oximetazolina al 0.05%), como sistémico (Loratadina , Cetirizina o Fexofenadina asociadas a Pseudoefedrina). La aparición de burbujas indica que la trompa de Eustaquio ha empezado a abrirse y el proceso puede acelerarse con Politzerización. Los miembros de las tripulaciones aéreas deberán permanecer en tierra hasta la recuperación completa (Incapacidad médica para el vuelo durante 5-10 días). Los casos de hemotímpano se manejarán conservadoramente. En lo posible debe evitarse la miringotomía, excepto en casos en que sea imperativo el retorno de un tripulante a actividades de vuelo. Los casos de perforación timpánica también se manejarán, inicialmente, en forma conservadora y se remiten al otorrinolaringólogo.

5.5.6 FLUJOGRAMA BAROTITIS



5.6 GUIA DE MANEJO DE LA BAROSINUSITIS

5.6.1 JUSTIFICACION

Los órganos principalmente afectados por el barotrauma tienen en común la presencia de gas en su interior el cual, de manera predecible, varía en su presión y volumen durante el vuelo, de acuerdo con los cambios de presión atmosférica. El comportamiento del gas y los efectos en el organismo dependen de si el órgano que lo contiene es cerrado o semi-cerrado; el oído medio, los senos paranasales y los pulmones son ejemplos de cavidades semi-cerradas mientras que el tracto gastrointestinal es ejemplo de cavidad cerrada. El cuerpo humano es capaz de tolerar grandes cambios de presión barométrica mientras la presión dentro de las cavidades que contienen gas sea igual a la presión del medio ambiente; caso contrario ocurre cuando los gases en expansión que no pueden escapar para igualar las presiones corporales con las ambientales.

Los cambios barométricos que actúan sobre los senos paranasales son los mismos que afectan al oído pero, a diferencia de este, los senos no tienen un mecanismo valvular intrínseco y la incidencia del barotrauma es menor, ocupando el tercer lugar en frecuencia entre las alteraciones por cambios de presión y gas atrapado, en las cavidades corporales que contienen aire y es aproximadamente cinco veces menos frecuente que la aerotitis.

Las tripulaciones de la Fuerza Aérea Colombiana que vuelan aeronaves no presurizadas como son los T27,T37,A37,C-95,C-208, Casa 212 y AC-47T, están expuestas a alturas potencialmente susceptibles para la aparición de disbarismos y enfermedades por descompresión durante los ascensos y descensos, siendo este último el más frecuente.

5.6.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.6.2.1 DEFINICION

La barosinusitis ó aerosinusitis es la inflamación aguda o crónica de uno o varios de los senos paranasales, producida por el desarrollo de una diferencia de presión (usualmente negativa) entre el aire contenido en la cavidad y el atmosférico. De manera similar al barotrauma otico, la barosinusitis ocurre casi exclusivamente durante el descenso y probablemente tiene como factor causal edema de la mucosa alrededor del ostium. Los senos principalmente afectados son aquellos que tienen su ostium más estrecho (frontales) o cavidades más grandes (maxilares); de hecho la barosinusitis afecta el seno frontal en el 80% de los casos seguida de los maxilares, mientras que los etmoidales o esfenoidales, aunque podrían verse afectados raramente lo son. La población mayormente afectada es el personal de vuelo militar por estar expuesto a mayores cambios de altura y presión en menor tiempo.

5.6.2.2. FISIOPATOLOGIA

El flujo de aire hacia adentro y afuera de los senos a través de los ostium es pasivo e insensible, de tal manera que durante el ascenso en vuelo la disminución de la presión atmosférica origina que al aumentar el volumen del aire contenido en los senos, éste pueda fluir libremente hacia las fosas nasales mientras que, durante el descenso, el aumento de la presión atmosférica ocasiona una relativa presión negativa dentro de las cavidades que hace que el aire fluya hacia ellas equilibrando las presiones.

5.6.2.3 ETIOLOGIA

El edema de la mucosa, secundario a una inflamación de tipo alérgico o infeccioso, es la patología más frecuentemente asociada a la aparición de barosinusitis; otras alteraciones son desviación septal, poliposis, rinitis y sinusitis. La barosinusitis crónica o recurrente es comparativamente rara, está fuertemente asociada con sinusitis crónica y es causa de suspensión de vuelo indefinidamente hasta obtener la recuperación total de la barosinusitis misma y de la patología causante.

5.6.2.4 SINTOMAS Y SIGNOS

Si la obstrucción al flujo de aire ocurre durante el ascenso, se genera una hiperpresión relativa en la cavidad debido a la disminución de la presión atmosférica; el síntoma principal es dolor y a nivel de la mucosa la isquemia inicial puede progresar hasta necrosis si no se logran equilibrar las presiones. El bloqueo de la ventilación del seno durante el descenso, que lleva a una relativa presión negativa, lleva a un fenómeno de succión de la mucosa dentro del mismo con ingurgitación vascular inicialmente, edema de la mucosa y, si las presiones no se equilibran, desprendimiento de la mucosa de la pared ósea subyacente, hemorragia y formación de hematoma.

Los síntomas son proporcionales a la severidad de los fenómenos fisiopatológicos variando desde leve sensación de plenitud y dolor en el área del seno afectado hasta dolor agudo e incapacitante y epistaxis lo cual puede afectar peligrosamente la seguridad del vuelo.

5.6.3 OBJETIVO

Determinar las pautas de manejo de las alteraciones causadas durante el vuelo secundarias a los cambios ocurridos por diferencias de presión en los senos paranasales

5.6.4 POBLACION OBJETO

Personal de pilotos y tripulantes de la Fuerza Aérea Colombiana

5.6.5 TRATAMIENTO.

5.6.5.1 MANEJO EN VUELO

El tratamiento inicial, estando aún en vuelo, consiste en retornar a la altura en que aparecieron los síntomas y descender lentamente previa utilización de un descongestionante nasal atomizado (Oximetazolina al 0.05%)

5.6.5.2 MANEJO EN TIERRA

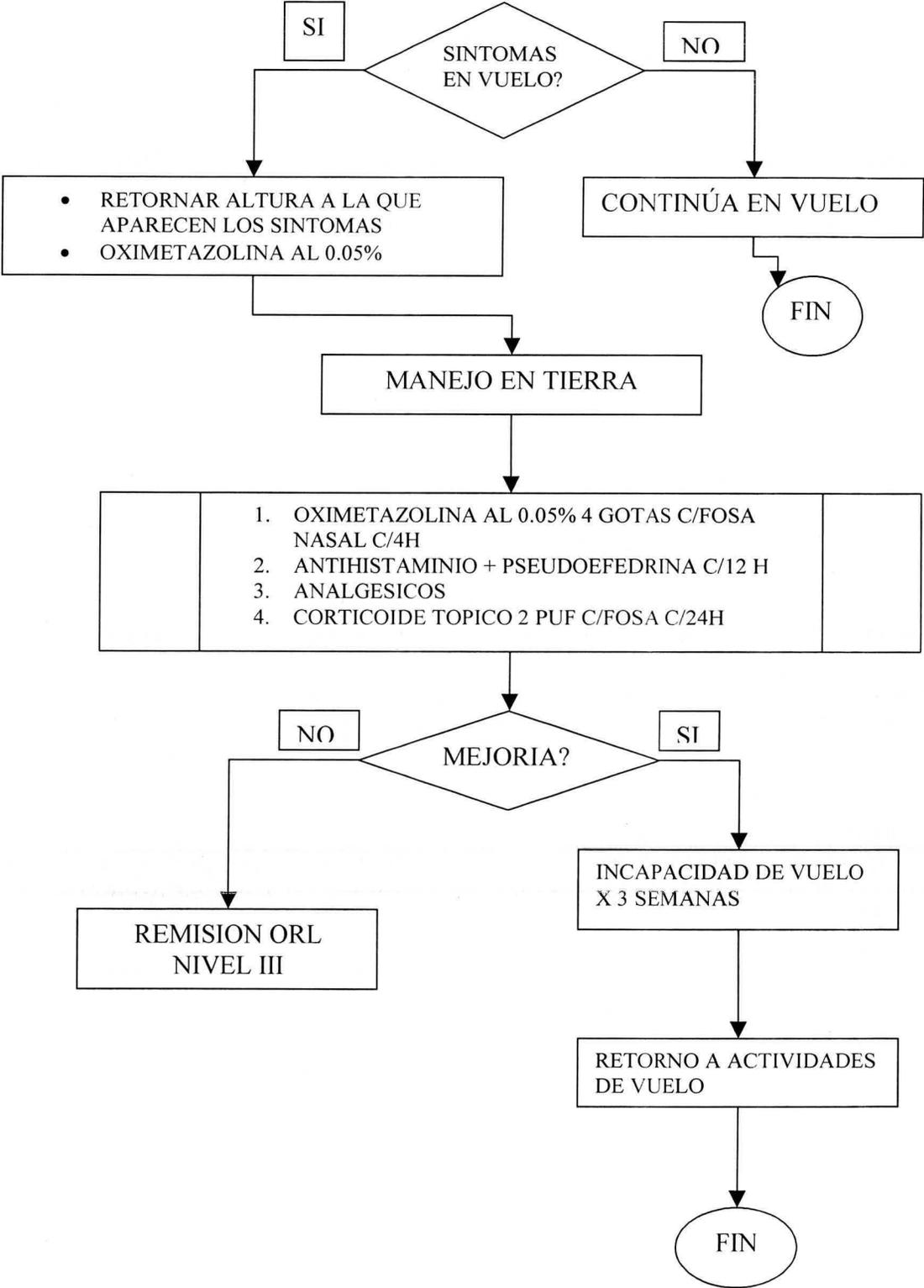
Luego de estar en tierra el manejo está encaminado a aliviar el dolor (acetaminofen 500 mgs cada 6 horas o, A tipo Ainex tipo Nimesulide 100 mgs cada 12 horas), promover el drenaje de los senos (Oximetazolina tópico nasal al 0.05%, antihistamínicos tipo loratadina, Cetirizina o Fexofenadina asociados a pseudoefedrina cada 12 horas, corticoesteroides tópicos, Furoato de mometasona, Fluticazona o Budesonida tópico nasal) y prevenir la infección (amoxicilina, amoxicilina +acido clavulanico, Cefprozil); el piloto deberá estar en tierra durante al menos 2-3 semanas. En la mayoría de los pacientes el manejo conservador será suficiente para obtener la recuperación total.

Los casos más severos y aquellos que evolucionan a barosinusitis crónica requieren ser remitidos al otorrinolaringólogo para tratar todas las patologías subyacentes con el objetivo de que el piloto pueda retornar a sus actividades de vuelo en el menor tiempo posible pero a la vez recuperado totalmente. La cirugía funcional endoscópica ha demostrado ser efectiva a corto y largo plazo en el tratamiento de la barosinusitis recurrente al actuar sobre el complejo osteomeatal y obtener un rápido retorno del flujo mucociliar

5.6.6 PREVENCIÓN

Antes de reanudar actividades de vuelo es recomendable hacer pruebas de descompresión en cámara de altura; la Royal Air Force sugiere hacerlas seis semanas después de la cirugía pero puede variar de acuerdo con los hallazgos endoscópicos y la extensión de la cirugía

5.6.7 FLUJOGRAMA BAROSINUSITIS



5.7 GUIA DE MANEJO SOBRE ESTRES TERMICO POR CALOR

5.7.1 JUSTIFICACION

Las numerosas operaciones aéreas que son responsabilidad de la Fuerza Aérea Colombiana se ejecutan hasta un 80% en unidades ubicadas desde los cero hasta los 1800 metros sobre el nivel del mar. En otras palabras significa que la mayoría de las tripulaciones realizan sus trabajos en climas cálidos y templados. Esta condición facilita la aparición de estrés térmico sobretodo en aquellas situaciones en las que el tiempo de carreteo, ausencia de mecanismos reguladores del microclima dentro de la carlinga, alistamiento de las aeronaves, inspecciones técnicas y misiones múltiples se asocian a hidratación deficiente, humedad alta, vestuario inapropiado y pérdida de conciencia acerca del autocuidado.

De igual manera resulta muy complejo para el personal médico y paramédico involucrado en la medicina de aviación detectar, registrar y evaluar que tanto el estrés por calor puede afectar la seguridad de los deberes operacionales y tan solo en la medida en que a este grupo médico se le reconozca su verdadera importancia en la prevención de estas condiciones fisiopatológicas anormales durante el vuelo, partiendo desde su participación activa durante el prebreafing, hasta la consecución de todas aquellas características clínicas, sensaciones y emociones que las tripulaciones hayan presentado durante el vuelo, en el instante de pasar al debreafing, se podrán retroalimentar y corregir los aspectos relacionados con el estrés térmico por calor de manera acertada.

5.7.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

ESTRÉS POR CALOR

El estrés por calor se genera a partir condiciones ambientales, laborales y propias de la cabina manifestando síntomas que pueden oscilar desde una mera sensación de discomfort en las formas leves hasta compromiso físico, neurológico y muerte, en las más severas.

5.7.2.1 FISIOPATOLOGIA DEL ESTRÉS POR CALOR

El ser humano cuenta con cuatro mecanismos para enfrentar un ascenso de la temperatura que se encuentra a su alrededor: Conducción, convección, radiación y evaporación. De ellos el más frecuentemente usado es la disipación de calor por evaporación la que conlleva a sudoración. Se ha calculado que aproximadamente una persona en clima cálido maneja una rata de sudor cercana a un litro por hora. Esta situación se modifica ostensiblemente al trabajar en un ambiente aeronáutico elevándose hasta dos litros por hora. De no reponerse las pérdidas la deshidratación inicia una cadena de eventos fisiopatológicos que llevan a desequilibrio hidroelectrolítico con manifestaciones principalmente a nivel renal y neurológico.

Las pérdidas de agua inicialmente se suceden a nivel de los espacios intersticiales e intracelulares representando un 1 o 2% de pérdida del peso corporal total. Hasta este momento los mecanismos de compensación establecidos como disminución de la diuresis e incremento en la frecuencia cardíaca resultan suficientes para sobreponer las pérdidas. Desafortunadamente los primeros grados de deshidratación pasan inadvertidos resultando evidentes solo hasta cuando se ha perdido entre un 3 a 5% del volumen intravascular, médicamente esta condición se conoce como deshidratación voluntaria. Vale la pena recalcar que el hecho de volar en condiciones extremas de calor asociadas también a grados de humedad elevados y con trajes que no permitan la evaporación del sudor harán la pérdida de calor por evaporación imposible facilitando la aparición de deshidratación. Una vez establecida se empieza a comprometer el gasto cardíaco disminuyendo la precarga, instaurando vasoconstricción periférica y redistribución de flujo principalmente hacia sistema nervioso central, lecho esplácnico, corazón y riñón. Además de estimularse la secreción de hormona antidiurética, se dispara también el mecanismo renina angiotensina

aldosterona con el propósito de reestablecer y mantener el volumen intravascular. Si la rehidratación no se inicia de manera inmediata las maniobras compensatorias anteriormente descritas resultan insuficientes y se produce el shock hipovolémico ya no solo con pérdidas de volumen sino también de electrolitos. Hay isquemia tisular, circulación central inadecuada, pobre respuesta de la microcirculación y ocurre entonces el desenlace fatal en el cual se suceden hipotensión, disfunción mental, anuria y fallas cardíacas y respiratorias.

5.7.2.2 ETIOLOGIA Y EPIDEMIOLOGIA DEL ESTRÉS TERMICO

Soprendentemente y a pesar de que el 80% de las bases aéreas de la Fuerza Aérea Colombiana están ubicadas en climas cálidos no existen registros que sustenten la incidencia de estas condición fisiopatológica asociada al vuelo. De manera indirecta se podría inferir que no es infrecuente por cuanto la urolitiasis, que aunque no depende exclusivamente de la deshidratación pero si es un factor de riesgo asociada a ésta , se constituye en una de las primeras diez causas de morbilidad del personal de vuelo.

5.7.2.3 FACTORES DE RIESGO

Humedad: Mientras más húmedo sean las condiciones del clima menos probabilidad de termorregulación a través de los mecanismos de evaporación y conducción.

Permanencia en cabina: A mayor tiempo de permanencia dentro de la cabina mayor posibilidad de deshidratación relacionado con la radiación solar, la generación de calor de tipo convectivo a partir de los materiales usados para la construcción de la carling, incremento en el metabolismo basal de el piloto y la emisión de radiofrecuencias propias de los equipos de comunicación, radares y dispositivos de tiro

Trajes de vuelo: Un traje inapropiado de vuelo puede facilitar la exposición al calor ya que si está mal diseñado y los materiales en los cuales se ensambló no permiten todas las formas de intercambio de calor se facilitará el gasto metabólico y la deshidratación. Para

efectos prácticos un traje se evalúa con base en su índice de aislamiento térmico y su permeabilidad al vapor de agua. Los trajes hechos a partir de algodón tienen el coeficiente más bajo (0.8) y por ende son los más recomendados. Para un camuflado su índice está cerca de 1.5 lo que no resulta muy apropiado para las líneas o misiones de vuelo.

Reposición Hídrica: Una reposición de líquidos inapropiada facilita la aparición de estrés por calor.

5.7.2.4 SIGNOS Y SINTOMAS

El diagnóstico del estrés térmico es fundamentalmente clínico pero deben tenerse en cuenta en el momento de tipificar la severidad el tiempo de exposición y la cantidad de radiación recibida. En los casos leves los síntomas inician con incomodidad, necesidad de retirarse las prendas, falta de concentración, reducción en la capacidad de reacción y como signos clínicos cardinales, eritema facial, taquicardia y oliguria. En la medida en que la deshidratación se va instaurando aparecerán signos como polidipsia, sensación de boca seca, irritabilidad o somnolencia, cefalalgia. Los grados de deshidratación más severos presentarán desorientación temporo-espacial, incapacidad de raciocinio, letargia y convulsión. Al examen clínico se encontrará taquicardia, hipotensión, vasoconstricción periférica y en situaciones críticas instauración de falla respiratoria y cardíaca que desencadenarán la muerte.

5.7.3 OBJETIVO:

Entregar las pautas para la detección, registro, prevención y tratamiento del estrés térmico incluyendo el estrés por calor y el estrés por frío.

5.7.4 POBLACION OBJETO:

Personal de pilotos, tripulantes, de línea de vuelo y medicina de aviación.

5.7.5 TRATAMIENTO:

5.7.5.1 EN TIERRA

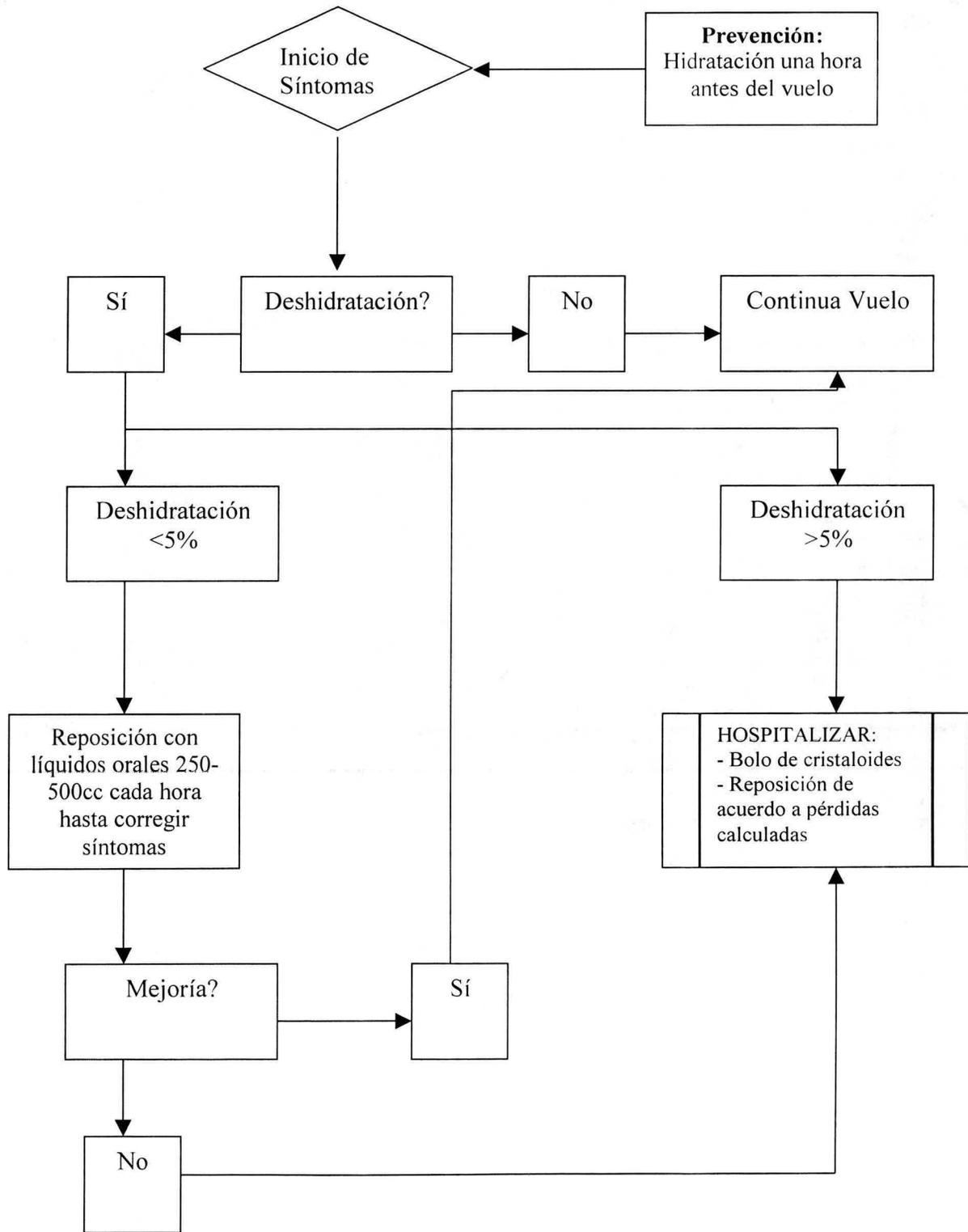
El tratamiento del estrés térmico debe iniciar con la prevención del mismo. Las misiones relacionadas con el vuelo deben desarrollarse preferiblemente en locaciones en las que se puedan atenuar las condiciones climáticas, lograr bajos niveles de humedad, con los trajes apropiados evitando laborar con camuflados o uniformes de trabajo convencional y lo que resulta más importante con fuentes de agua fácilmente accesibles preferiblemente a temperatura ambiente o discretamente fría. Deben evitarse a toda costa aguas a temperaturas muy bajas o enfriadas con hielo, gaseosas o las tan de moda aguas gasificadas debido a que se dificulta su absorción a nivel de la mucosa intestinal amén de la posibilidad de cólicos abdominales en caso de que los tripulantes ameriten una nueva misión de vuelo de manera inmediata.

La prevención también incluye el consumo de por lo menos un litro de agua una hora antes del vuelo. De igual manera exige que los briefings nunca se realicen a medio ambiente y mucho menos en lugares que carecen de sombra.

5.7.5.2 EN VUELO

El tiempo de carreteo debe ser el apenas necesario para iniciar el ascenso y por supuesto los trajes de vuelo utilizados deben tener un buen índice de aislamiento térmico y porosidad para garantizar la evaporación. Ya en vuelo se debe tener en cuenta que si prolonga durante más de cuatro horas se deben beber entre 250 a 500 cc con intervalos frecuentes a cada hora. Es importante en el instante de emitir recomendaciones diferenciar el tipo de misión, la duración de la misma, la altitud a la que se va a volar y el equipo que se va a utilizar.

5.7.6 FLUJOGRAMA ESTRÉS POR CALOR



5.8 GUIA DE MANEJO DEL ESTRÉS POR FRIO

5.8.1 JUSTIFICACION:

A diferencia del estrés por calor que se sucede asociados a múltiples factores de riesgo fácilmente accedibles en las unidades operacionales aéreas del país y en el tipo de misiones y equipos que se vuelan, el estrés por frío casi que demanda como únicos factores desencadenantes el vuelo a grandes altitudes, desarrollo de operaciones a nivel de páramos, nevados o regiones glaciales y el uso inapropiado de trajes de vuelo. Sin embargo a pesar de presentarse muchísimo menos frecuente, las consecuencias para el vuelo resultan considerablemente más letales por cuanto pueden poner en riesgo en un tiempo muy corto la precisión de la misión. De igual manera la posibilidad de muerte es también más probable en razón a la menor adaptación y mecanismos compensatorios inferiormente desarrollados a los activados contra las condiciones extremas de calor. De nuevo, como en muchas de las condiciones fisiopatológicas asociadas al vuelo, no existe un registro de incidentes o accidentes aéreos en la Fuerza Aérea Colombiana asociadas a este tipo de estrés térmico. Quizá el único accidente que pudiera haber estado asociado a esta condición fue el de un AC47 perteneciente al grupo de combate del Comando Aéreo de Combate No. 2 en 1987 durante el cual se supone que por el tipo de condiciones climáticas con que se contaba, el congelamiento de los planos y fuselaje del avión, podrían haberse generado las condiciones necesarias para exponer a la tripulación completa a la hipotermia. Basados en estos antecedentes se considera relevante una revisión de su fisiopatología, de la identificación temprana de los síntomas y signos, al tratamiento apropiado, pero por sobretodo a la prevención del mismo.

5.8.2 DEFINICION Y ASPECTOS CONCEPTUALES

5.8.2.1 DEFINICION ESTRÉS POR FRIO

Se define como una adaptación anormal a condiciones extremas de frío asociada primordialmente con vuelos a gran altitud o en zonas climáticas frías, generando síntomas como disminución en el rendimiento durante el vuelo, pérdida progresiva de habilidades mentales y motoras, hipotermia e incluso muerte, comúnmente relacionados con un descenso en la temperatura corporal por debajo de los 32 grados centígrados, sin que los mecanismos compensatorios como vasoconstricción, temblor y escalofrío sean suficientes para revertir la condición anómala instaurada.

5.8.2.2 CLASIFICACIÓN Y ETIOLOGÍA

El estrés por frío se puede clasificar en 2 subgrupos:

HIPOTERMIA CON DAÑO LOCALIZADO

Esta clase de hipotermia normalmente se asocia a misiones desarrolladas en trincheras, ríos o nevados, y como es de suponer afecta principalmente las extremidades inferiores, causando daños neuromusculares y trombosis venosa profunda la que en últimas, puede llevar a amputación del miembro. Por su forma de presentación y mecanismos desencadenantes se presenta con mayor frecuencia en personal militar que debe recorrer grandes distancias en zonas térmicas muy frías sin contar con la protección de un vestuario apropiado. Es importante considerar que si bien el personal de vuelo en raras ocasiones se enfrentará a esta forma de hipotermia, las maniobras de sobrevivencia que pueden sucederse después de una eyección demandarán del correcto entendimiento que el piloto tenga de la misma y de las pericias con que cuente para autoprotegerse del frío.

HIPOTERMIA SISTEMICA

A diferencia del tipo de hipotermia anterior la sistémica si puede estar relacionada con las operaciones aéreas y lo que resulta peor aún, puede combinarse fatalmente con otras condiciones fisiopatológicas adversas como la hipoxia. Si bien es rara en sujetos sanos,

aquellas misiones operacionales que impliquen falta de movimiento y sedestación prolongada (Como en los equipos de reconocimiento swayer, estratégicos como el AC47 y de transporte como el Hércules) se constituirán en factores facilitadores de estrés sistémico por frío. Inicialmente se afectan la motricidad y sensibilidad de extremidades superiores e inferiores, disminuyendo la capacidad de reacción ante las amenazas del fuego enemigo, facilitando la desorientación y comprometiendo todas aquellas decisiones que se procesen a nivel cognitivo. De igual manera a como sucede con el estrés por calor, el tripulante desarrolla una tolerancia peligrosa frente a las bajas temperaturas y solo es conciente de su situación hasta estadios muy avanzados de la enfermedad.

5.8.2.3 FACTORES AUTOIMPUESTOS

Vuelos a grandes altitudes: Mientras más alto sea el desarrollo de la misión, la temperatura en cabina va a ser sensiblemente más baja a menos que se cuenten con los recursos necesarios para asegurar el equilibrio térmico durante el vuelo.

Trajes de Vuelo: Las operaciones aéreas de reconocimiento, comando y control, rescate y transporte, sobre todo si son nocturnas y en condiciones climáticas adversas ameritarán una modificación en el vestuario de las tripulaciones incluyendo guantes con circuitos térmicos y reforzamientos laminares en las botas de vuelo

Hidratación e ingesta calorífica: Curiosamente es uno de los factores menos reconocidos no solo por pilotos sino también por los médicos de aviación. Siempre debe tenerse en cuenta que la hipotermia por el fenómeno de vasoconstricción amerita de un satisfactorio volumen intravascular del cual se pueda echar mano en caso de que ésta sea prolongada. Igualmente los mecanismos compensatorios establecidos para enfrentar el descenso súbito y sostenido de la temperatura corporal, tales como el temblor y escalofrío, aumentan los requerimientos metabólicos y por ende la necesidad de contar con un excelente aporte de calorías exógenas. Sorprendentemente las personas expuestas a hipotermia beben muy poco agua y no se consideran elevar sus aportes energéticos bajo estas condiciones.

5.8.2.4. SIGNOS Y SÍNTOMAS

La instauración de los signos y síntomas es gradual. Como se enunció anteriormente aquellos órganos que tengan mayor área de superficie corporal expuesta para su tamaño serán las primeramente comprometidas. Manos y pies, herramientas invaluable para un vuelo seguro, son afectados con compromiso en su motricidad a partir de los 15 grados centígrados y a los 8 grados ya pueden empezar a referirse parestesias, sensación de pesadez, calambres y temores. Por debajo de los 3 grados se presenta entumecimiento, parestesia y disestesias. Las orejas y nariz también pueden comprometerse de manera rápida manifestándose inicialmente eritema, parestesias, quemaduras y necrosis. De continuar la exposición a la hipotermia aparecerán las manifestaciones neurológicas abanderadas por la pérdida de decisión y capacidad de reacción, reflejos inhibidos, amnesia y finalmente coma. Un aspecto importante a tener en cuenta antes de llegar a las manifestaciones neurológicas es el hecho de facilitar arritmias cardíacas, en presencia de hipotermias, sobre personal de vuelo con compromisos eléctricos menores durante los controles anuales de vuelo.

5.8.2.5 FISIOPATOLOGIA:

Como en el caso del estrés por calor, la piel se constituye en la principal vía aferente para reportar cambios climáticos que se sucedan alrededor del individuo. Ante condiciones fisiológicas normales, la temperatura central (interna) debe mantenerse alrededor de los 37 grados centígrados. Si desciende por debajo de los 35 grados se iniciará un mecanismo reflejo coordinado a nivel hipotalámico pero con el concurso de los receptores a nivel cutáneo que es el escalofrío. No obstante este reflejo compensatorio resulta insuficiente y desventajoso al mismo tiempo por cuanto tiene la capacidad de generar a penas un pico de calor que supera en tres o cuatro veces el metabolismo en reposo, insuficiente para elevar a rasgos fisiológicos la temperatura corporal, y además, envía irrigación hacia músculo estriado en las extremidades obligando a mayor consumo energético y limitando la vasoconstricción compensatoria. Esta última se establece como mecanismo compensatorio para garantizar un flujo acertado hacia órganos vitales como corazón, cerebro, riñón y

suprarrenales. Si el estrés térmico no se controla a este nivel se dan los fenómenos de hemoconcentración y la curva de disociación de la hemoglobina se desplaza hacia la izquierda en donde la capacidad de entrega de oxígeno a los tejidos se disminuye. La hipotermia también puede reducir la actividad de células blancas incrementando el riesgo de infección y disminuir la secreción de insulina comprometiendo la utilización de glucosa a nivel tisular con la resultante hiperglicemia sintomática²¹

Finalmente, uno de los inconvenientes de mayor frecuencia son los fenómenos de repercusión que se presentan al “recalentar” al paciente degradando el endotelio, favoreciendo la liberación de sustancias citotóxicas y de radicales libres.

5.8.3 OBJETIVO:

Ilustrar al personal de salud de la Fuerza Aérea Colombiana sobre las características del estrés por frío y sus parámetros de manejo

5.8.4 POBLACION OBJETO:

Personal de tripulaciones, línea de vuelo y de medicina de aviación.

5.8.5 TRATAMIENTO

5.8.5.1 EN TIERRA: PREVENCIÓN DEL ESTRÉS POR FRÍO:

La prevención del estrés al frío resulta mejor que cualquier método de recalentamiento, es por ello que la prevención juega un papel fundamental no solo por cuanto disminuye la mortalidad sino porque garantiza que la misión operativa sea ejecutada bajo los mejores estándares de seguridad y calidad. La prevención inicia con el pre-breafing en el cual se discuten las condiciones climáticas, tipo de equipo, tiempo de la misión y recomendaciones acerca de las maniobras a seguir en caso de una eyección de emergencia sobre mar, río o nevados. Si las condiciones lo ameritan el equipo humano

²¹ Ibid

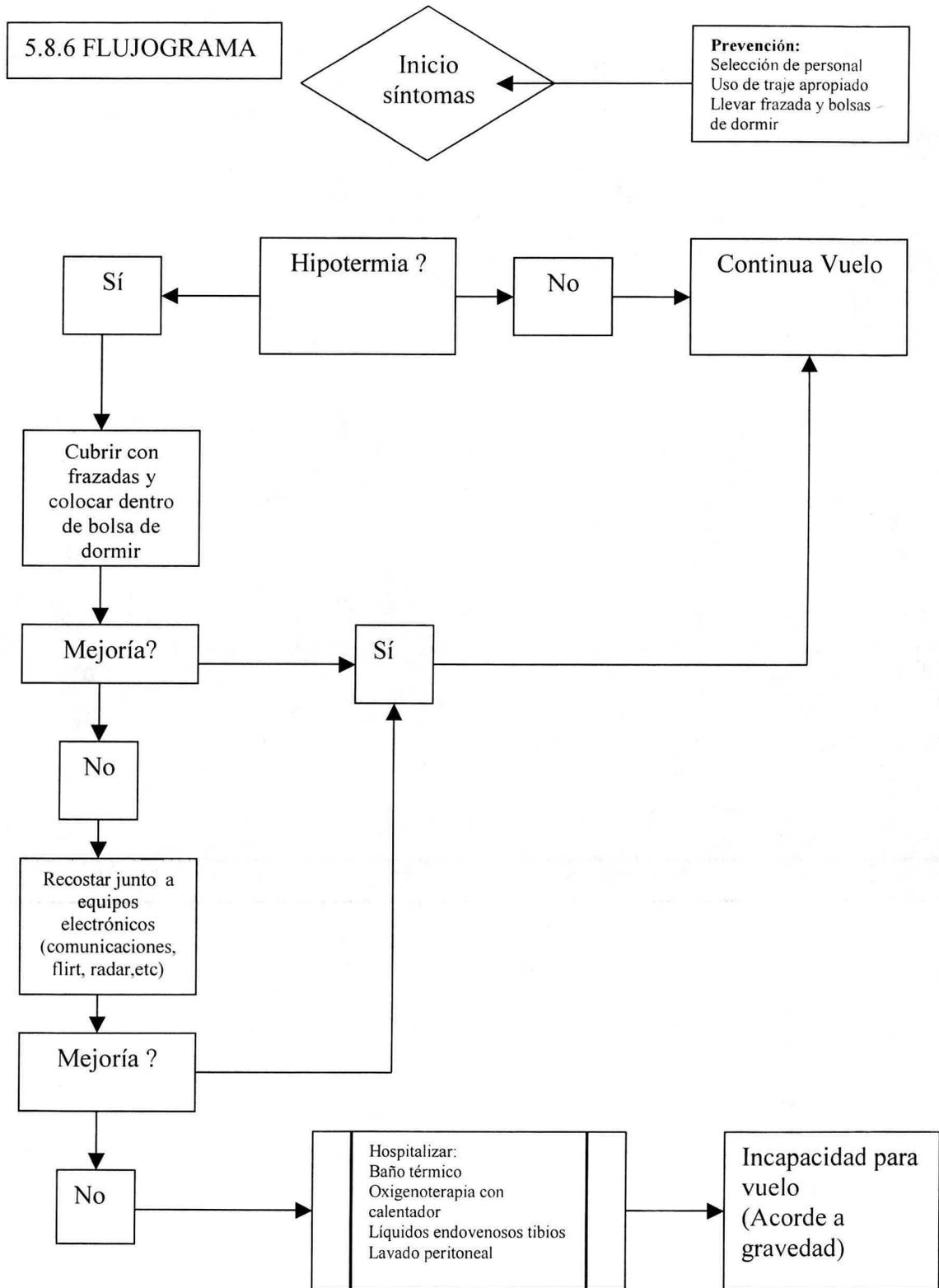
deberá considerar el uso accesorio de pantalones, interiores y medias térmicas así como la colocación de plantillas térmicas sobre las suelas de sus botas. Igual recomendación se sigue para el uso de guantes más gruesos o con sistemas de resistencias térmicas incluidas. Aquí debe aplicarse también la norma que se ciñe sobre las recomendaciones de hidratación y deberá incrementarse el aporte exógeno de calorías hasta en un 15% con el propósito de reponer las que se utilicen como respuesta al frío. Aunque no es una sugerencia universalmente aceptada se sabe que aquellos tripulantes con mayor índice corporal total, es decir con mayor reserva de grasas subdérmica, podrán tolerar por circunstancias de aislamiento térmico, temperaturas más bajas y resistirán mejor las condiciones extremas que demanden la misión.

Una vez identificado el estrés por calor se debe pasar a un procedimiento de recalentamiento gradual que se puede iniciar con el envolvimiento del piloto en frazadas calientes o bolsas de dormir. Al momento de ingresar al hospital se puede intentar además un baño preferiblemente en tina o la instilación de líquidos por vía endovenosa o peritoneal también tibiados en autoclave. Las mantas o colchones eléctricos tibios se constituyen en un recurso útil para el recalentamiento. Es benéfico suplementar, si hay hipoxia asociada, una fuente de oxígeno a bajo flujo con calentador.

Recientemente se han probado equipos de radiofrecuencia los cuales aceleran o hacen vibrar las moléculas en los tejidos generando energía que se disipan como calor. Los estudios preliminares en animales han dado excelentes resultados principalmente ubicados a nivel torácico en donde han demostrado reducir de manera significativa la aparición de arritmias ventriculares. Este mismo principio ha sido utilizado en algunos equipos de supervivencia de la Fuerza Aérea Norteamericana en los que se incluye una carpa con recubrimiento de aluminio y una pequeña fuente emisora de radiofrecuencia, aditamento que en conjunto actúan a manera se sauna.

5.8.5.2 TRATAMIENTO EN VUELO

Utilizando el mismo principio un tripulante en vuelo con los primeros síntomas de hipotermia puede beneficiarse manteniéndose muy cerca de los equipos de radar, flirt y comunicaciones con el fin de procurar elevar su temperatura corporal.



6. CONCLUSIONES

La aplicación de las presentes guías ayudarán a evitar incidentes o accidentes aéreos debidos a disminución de la capacidad individual o grupal para el manejo de los recursos de cabina o los producidos por errores en el factor humano. De igual manera por el hecho de resaltar aspectos preventivos coadyuvará para mantener la seguridad aérea como condición indispensable en la línea de vuelo.

Todas las posibles soluciones encaminadas a resolver los inconvenientes generados por cambios fisiológicos durante el vuelo deberán incluir un análisis y control del medio ambiente, duración de la exposición al agente agresor, tipo de trajes utilizados y un entrenamiento encaminado a la readaptación a condiciones fisiológicas extremas. Estos factores a discutir no son ni mucho menos responsabilidad única del médico de aviación sino que atañen el concurso y consideración de todo el personal que trabaja en la línea de vuelo, en medicina ocupacional y seguridad industrial.

La puesta en práctica de las presentes guías a través de un proceso de distribución que garantice sean de conocimiento para todo el personal que se desempeña en la medicina de aviación logrará una reducción de costos por cuanto existirá una sola conducta preventiva o terapéutica para ser aplicada en la condición fisiopatológica diagnosticada.

Finalmente las guías anteriormente desarrolladas podrán extenderse en su aplicación tanto en las aviaciones de Fuerza Aérea como en las de Ejército, ARC, PONAL e incluso la aeronáutica civil.

7. RECOMENDACIONES

Para continuar con el desarrollo de un mayor número de guías se hace necesario dar inicio por parte de la sección de Medicina de Aviación del Centro de Medicina Aeroespacial al registro de morbilidad unificado en el cual se consignen todos los eventos fisiopatológicos asociados al vuelo, ojalá con sus respectivas incapacidades y con un análisis anexo que permita establecer que tanto se comprometió la seguridad del vuelo.

La recomendación anteriormente sugerida no será posible si no se involucra de manera directa al personal médico y paramédico que labora en el campo de la medicina de aviación, en el análisis, planeación, desarrollo y evaluación de las misiones operacionales. A posteriori esta interrelación permitirá la retroalimentación que fortalezca la curva de aprendizaje para todas las partes involucradas, minimizando muy seguramente la posibilidad de incidentes y accidentes aéreos.

El personal aeronavegante debe recibir instrucción en fisiología de vuelo, fisiopatología y anatomía básica, tanto el personal de pilotos como de técnicos de vuelo, puesto que esta información la reciben en un mayor porcentaje en las Escuela Militar de Aviación y es casi nula en la Escuela de suboficiales de la FAC, pero debe ser incentivada en gran manera, en los grupos técnicos y de combate de las diferentes unidades de la Fuerza Aérea, cuando este personal se encuentran laborando como oficiales y técnicos de vuelo. Esto con el fin de evitar trastornos originados en vuelo por el desconocimiento que ocasiona el no saber el comportamiento de los diferentes órganos cuando están enfermos en el medio aeronáutico que es muy diferente a padecer patologías en tierra.

Las presentes guías deben ser, en primera instancia, avaladas y certificadas por parte de la DISAN/CEMAE con el propósito de ser dadas a conocer en todos los comandos aéreos de combate y grupos aéreos para que de esta manera se apliquen protocolos unificados de

diagnóstico y tratamiento, lo que sin duda, reducirá costos y permitirá evaluar si las recomendaciones en las guías entregadas son las más apropiadas.

Finalmente, de resultar prácticas, eficaces, fáciles de implementar y evaluar, un modelo similar deberá seguirse para el desarrollo de guías complementarias encaminadas a tratar las condiciones fisiopatológicas no evaluadas dentro del presente trabajo.

8. BIBLIOGRAFIA

1. American Society of heating, refrigeration and air-conditioning engineers (ASHRAE). Physiological principles and thermal comfort. En: ASHRAE handbook of fundamentals, Atlanta , GA:ASHARE, 1993:8.1-8.29
2. GIESBRECHT GC. Cold stress, near drowning and accidental hypothermia: A review. Aviat Space Environ Med 2000; 71:733-752
3. LOVE JT (h.), CORREIA MJ. Medicina Aeroespacial. In: Otorrinolaringología. Paparella MM, Shumrick DA (ed), Buenos Aires, , Editorial Médica Panamericana S.A. 1982, Páginas 957-971
4. MACMILLAN AJF. The effects of pressure change on body cavities containing gas. In: Aviation Medicine. Ernsting J, Nicholson AN, Rainford DJ (ed), Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999, paginas 13-18
5. McQUEEN WJ. Santiago Marini J. The otorynolaringologig aspects of aerospace medicine. In flight surgeon's Guide. Air Force aerospace medicine. Texas, 1989, Paginas 6-1 – 6-33
6. NUNNELEY Sarah, ADAIR, Eleanor. Termal Stress. En: Aviation and Space Medicine, Baltimore, William and Wilkins, 2002, Páginas:271-287
7. O'REILLY BJ. Otorhinolaryngology. In: Aviation Medicine. Ernsting J, Nicholson AN, Rainford DJ (ed), Butterworth-Heinemann, Oxford, 1999. Páginas 319-336
8. PARSONS DS, CHAMBERS DW, BOYD EM. Long-term follow-up of aviators after functional endoscopic sinus surgery for sinus barotrauma. Aviat. Space Environ. Med. 1997; 68:1029-34.

9. ROGERS Mark, Pediatric drowning and near drowning. En: Textbook of pediatric intensive care. Williams and Wilkins, Baltimore, 1996. Páginas: 882-885
10. USAF. Flight manual's surgeon. School of aerospace medicine. Third edition 2003. [http://www. Brooks.af..mil/af/files/fsguide.HTL](http://www.Brooks.af.mil/af/files/fsguide.HTL); accesado en 2 de Abril de 2006
11. ROY L. Dehart. Physiology in flight environment in Fundamentals of aerospace medicine. Second edition. Oklahoma. Lippincott Williams & Wilkins. 1996. pag 59-109
12. VERA Jorge Luis y cols. Introducción a la medicina aeroespacial y otorrinolaringología. Acta de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello. 2004;32(1).Suplemento. Págs 1-34

9. ANEXO 1. PROTOCOLOS DE MANEJO ELABORADOS POR UN OFICIAL DEL CENTRO DE MEDICINA AEROESPACIAL (TOMADOS FIELMENTE DE LOS ORIGINAES):

NUMERADO COMO 1. PROTOCOLO DE MANEJO DE AEROCINETOSIS.

NUMERADO COMO 2. PROTOCOLO DE MANEJO DE ENFERMEDAD POR DESCOMPRESION.

NUMERADO COMO 3. PROTOCOLO DE MANEJO DE BAROTRAUMA

NUMERADO COMO 4. PROTOCOLO DE MANEJO DE HIPERTENSION ARTERIAL.

10. ANEXO 2. MORBILIDAD SALUD OPERACIONAL 2005

DIAGNOSTICO	16-30 A		31-45 A		TOTALES	
	F	M	F	M	F	M
SALUD ASISTENCIAL						
ENFERMEDADES COMUNES						
Z000 EXAMEN MEDICO GENERAL	11	87	9	109	20	196
R635 AUMENTO ANORMAL DE PESO				40	0	40
E782 HIPERLIPIDEMIA MIXTA		3	1	32	1	35
I10 HIPERTENSION ESENCIAL PRIMARIA		1		10	0	11
E780 HIPERCOLESTEROLEMIA PURA	2	3	1	6	3	9
I861 VARICES ESCROTALES		7		2	0	9
D239 TUMOR BENIGNO DE LA PIEL		5		2	0	7
J205 BRONQUITIS AGUDA DEBIDA A VIRUS SINCI- TAL RESPIRATORIO		3	2	2	2	5
S835 ESGUINCES Y TORCEDURAS QUE COMPROMETEN EL LIGAMENTO CRUZADO DE LA RODILLA+		5		3	0	8
K295 GASTRITIS CRONICA , NO ESPECIFICADA	1	1		3	1	4
M545 LUMBALGIA NO ESPECIFICO		1		3	0	4
TOTAL	14	116	13	212	27	328
FONOAUDIOLOGIA						
Z000 EXAMEN GENERAL	65	995	51	763	116	1758
H833 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL OIDO INTERNO	1	26		127	1	153
H903 HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL LEVE ,BILATERAL		3		8	0	11
H910 HIPOACUSIA OTOTOXICA		5	2	3	2	8
H905 HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL, SIN OTRA ESPECIFICACION		2		6	0	8
H919 HIPOACUSIA NO ESPECIFICADA	1	1		2	1	3
H830 LABERINITIS				1	0	1
H901 HIPOACUSIA CONDUCTIVA ,UNILATERAL CON AUDICION IRRESTRICTA CONTRALATERAL		1		1	0	2
TOTAL	81	1150	66	1126	147	2276
OFTALMOLOGIA						
H110 PTERIGION	49	830	48	759	97	1589
Z000 EXAMEN GENERAL	21	126	13	58	34	184
H112 CICATRICES CONJUNTIVALES		12	1	36	1	48
H105 CONJUNTIVITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA		5	1	18	1	23
H049 TRASTORENO DEL APARATO LAGRIMAL , NO ESPECIFICADO	2	1	3	3	5	4
H000 ORZUELOY OTRAS INFLAMACIONES PROFUNDAS DEL PARPADO		1	3	5	3	6
H010 BLEFARITIS		1	2	2	2	3

H310 CICATRICES CORIORRETINIANAS		3		4	0	7
H101 CONJUNTIVITIS ATOPICA AGUDA		2	1	1	1	3
H162 QUERATOCONJUNTIVITIS		5		2	0	7
TOTAL	72	986	72	888	144	1874
OPTOMETRIA						
Z000 EXAMEN GENERAL	58	957	39	646	97	1603
H522 ASTIGMATISMO	77	267	46	337	123	604
H524 PRESBICIA	1		23	81	24	81
H251 CATARSATA SENIL NUCLEAR	30	56	14	50	44	106
H511 EXCESO E INSUFICIENCIA DE LA CONVERGENCIA OCULAR	7	21	3	18	10	39
H186 QUERATOCONO	6	11	1	19	7	30
H523 ANISOMETROPIA Y ANISEICONIA	5	6	5	10	10	16
H535 DEFICIENCIA DE LA VISION CROMATICA		5	2	3	2	8
H110 PTERIGION				4	0	4
H520 HIPERMETROPIA		2	1	1	1	3
H400 SOSPECHA DE GLAUCOMA				2	0	2
TOTAL	184	1325	134	1171	318	2496
OTORRINO						
Z000 EXAMEN GENERAL	47	749	29	559	76	1308
H833 EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL OIDO INTERNO	1	23		110	1	133
Z029 EXAMEN PARA FINES ADMINISTRATIVOS	7	87		57	7	144
J383 OTRAS ENFERMEDADES DE LAS CUERDAS VOCALES	3	6	3	15	6	21
H612 CERUMEN IMPACTADO	1	22		10	1	32
H811 VERTIGO PAROXISTICO BENIGNO	1			13	1	13
J389OTRAS ENFERMEDADES DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	1	4		12	1	16
H904HIPOACUSIA NEUROSENSORIAL		12	1	2	1	14
J00X RINOFARINGITIS		3	2	4	2	7
H912HIPOACUSIA SUBIDA IDIOPATICA		4		5	0	9
J039AMIGDALITIS AGUDA				5	0	5
TOTAL	61	910	35	792	96	1702
PSIQUIATRIA						
F431 TRASTORNO DE ESTRÉS POSTRAUMATICO	1	4	1	2	2	6
F432 TRASTORNO DE ADAPTACION	2				2	0
F609 TRASTORNO DE LA PERSONALIDAD		2			0	2
Z634 PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA DESAPARICION DE UN FAMILIAR			2		2	0
F132 TRANSTORNOS MENTALES	2				2	0
V710 CONDUCTOR LESIONADO EN ACCIDENTE NO DE TRANSITO				1	0	1
TOTAL	5	6	3	3	8	9

PSICOLOGIA						
Z000 EXAMEN GENERAL	7	89	5	125	12	214
Z630 PROBLEMAS EN LA RELACION ENTRE ESPOSO O PAREJA	2		4		6	0
F068 OTROS TRASTORNOS METALES				4	0	4
F319 TRASTORNO AFECTIVO BIPOLAR, NO ESPECIFICADO		3			0	3
F431 TRASTORNO DE ESTRÉS POSTRAUMATICO	1	1		1	1	2
F432 TRASTORNO DE ADAPTACION	1	2			1	2
F71 RETRASO MENTAL LEVE		3			0	3
F320 EPISODIO DEPRESIVO LEVE	2				2	0
Z027 EXTENSION DE CERTIFICADO MEDICO				2	0	2
Z049 EXAMEN Y OBSERVACION POR RAZONES NO ESPECIFICAS		2			0	2
Z734 PROBLEMAS RELACIONADOS CON HABILIDADES SOCIALES INADECUADAS, NO CLASIFICADAS EN OTRA PARTE					0	0
TOTAL	13	100	9	132	22	232

1. PROTOCOLO DE MANEJO DE AEROCINETOSIS



**DIRECCIÓN DE SANIDAD
FUERZA AÉREA**

TABLA DE CONTENIDO

1.	Justificación	2
2.	Definición y aspectos conceptuales.....	2
2.1.	Etiología.....	2
2.2.	Incidencia	2
2.3.	Signos y síntomas.....	3
3.	Objetivo	3
4.	Población objeto	3
5.	Características de la atención.....	3
5.1.	Modificaciones de comportamiento.....	3
5.2.	Medicación.....	3
5.3.	Lista de chequeo de comportamiento anti-aerocinetosis.....	4
5.3.1.	Prevuelo.....	4
5.3.2.	Durante el vuelo.....	4
6.	Flujograma.....	5
7.	Bibliografía.....	6

1. JUSTIFICACIÓN

Aproximadamente el 30% de los estudiantes de pilotaje en los Estados Unidos experimentan aerocinetosis (enfermedad por movimiento) en las etapas iniciales de entrenamiento. Así mismo, aviadores con experiencia que nunca han presentado dicha condición, pueden llegar a ser susceptibles, cuando cambian de equipo de vuelo o bajo circunstancias de estrés (1).

La enfermedad por movimiento puede ser devastadora en la carrera del piloto porque, si esta condición persiste, es causa de pérdida de la aptitud para vuelo.

Las técnicas para manejar y prevenir la enfermedad por movimiento son simples y deben ser conocidas y aplicadas por todo el personal que orienta el mantenimiento de la aptitud psicofísica del personal de vuelo en la FAC.

2. DEFINICIÓN Y ASPECTOS CONCEPTUALES

La aerocinetosis o enfermedad por movimiento, es un síndrome caracterizado por progresivo estado de disminución de la salud con signos y síntomas característicos, los cuales ocurren en respuesta a un estímulo no acostumbrado de movimiento.

2.1. ETIOLOGÍA

La aerocinetosis está dada por una combinación de factores vestibulares, optocinéticos y psicológicos. Si los factores vestibulares son dominantes, el tripulante más frecuentemente desarrolla síntomas únicamente con maniobras acrobáticas. Usualmente estos individuos se recuperan rápidamente con el aterrizaje.

Si los factores psicológicos son dominantes, el individuo puede sentirse afectado antes del despegue de la aeronave y continuar con síntomas después del vuelo. Los factores psicológicos son una causa importante de aerocinetosis y pueden aumentar la ansiedad que ocasiona el vuelo.

2.2. INCIDENCIA

Se presenta en el 70% de los vuelos en simulador y en el 40% de la tripulación en entrenamiento. De ellos, en el 15-18% la patología interfiere con el control de la aeronave.

2.3. SIGNOS Y SÍNTOMAS

Los principales signos y síntomas presentes son:

- Náuseas, vómito, palidez.
- Sudoración fría.
- Aumento en salivación y deglución.
- Anorexia, eructos y flatulencia.
- Cefalea, sensación de calor, zumbidos y vértigo.
- Hiperventilación, suspiros y bostezos.
- Depresión, apatía, somnolencia y letargia.
- Disminución del rendimiento.
- Deshidratación

3. OBJETIVO

Ilustrar al personal de salud de la Fuerza Aérea Colombiana, sobre las características de la enfermedad por movimiento y sus parámetros de manejo.

4. POBLACIÓN OBJETO

Población de pilotos y tripulantes de la Fuerza Aérea Colombiana.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA ATENCION

5.1. MODIFICACIONES DE COMPORTAMIENTO

- Dieta ligera previo al vuelo, baja en grasas saturadas.
- Mantener la cabina fresca.
- Usar O2 al 100%.
- Mantener la mirada dentro o fuera de la aeronave, donde encuentre más comodidad.
- Vuelos a nivel.

5.2. MEDICACIÓN

Está reservada para estudiantes que vuelen con instructor y debe ser controlada por el médico de aviación. Se utiliza Dimenhidrinato por vía oral, una hora antes del vuelo y se repite cada 8 horas durante 3 días.

5.3. LISTA DE CHEQUEO COMPORTAMIENTO ANTI-AEROCINETOSIS

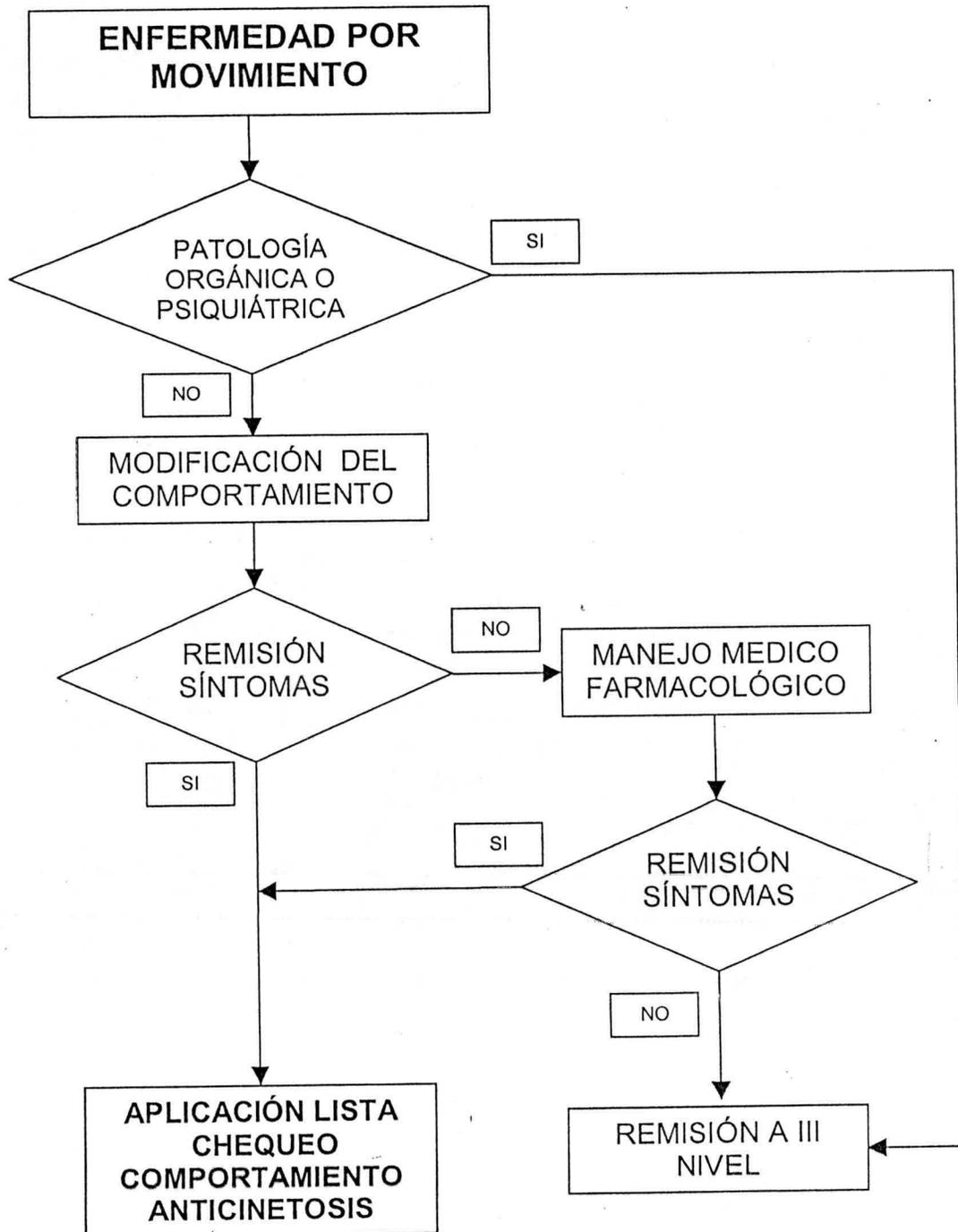
5.3.1. PREVUELO

- Practicar respiración diafragmática.
- Desayunar y/o almorzar antes de todos los vuelos diurnos y comida ligera antes de todos los vuelos nocturnos.
- Mantenerse bien hidratado.
- Practicar la higiene del sueño.
- Evitar:
 - ✦ Comidas con cítricos y ácidos .
 - ✦ Cafeína.
 - ✦ Grasas saturadas.
 - ✦ Ropas apretadas.

5.3.2. DURANTE EL VUELO

- No olvidar respirar adecuadamente.
- Ser cuidadoso con los movimientos de la cabeza.
- Si siente los pies fríos, realizar movimientos circulares en el tobillo.

6. FLUJOGRAMA



7. BIBLIOGRAFÍA

- 1. Society of USAF flight surgeons: "Flight surgeon's checklist", Mayo 2000.
- 2. Lawrence M., Tierney: "Current diagnosis and treatment", 2002.
- 3. Russell, Rayman M.D. John Hastings: " Clinical aviation medicine", 2000.

2. PROTOCOLO DE MANEJO DE ENFERMEDAD POR DESCOMPRESIÓN



DIRECCIÓN DE SANIDAD FUERZA AÉREA

TABLA DE CONTENIDO

1.	Justificación.....	2
2.	Definición y aspectos conceptuales.....	2
2.1.	Etiología.....	2
2.2.	Clasificación.....	2
2.2.1.	Menores.....	2
2.2.2.	Mayores.....	3
2.3.	Signos y síntomas.....	3
2.4.	Factores de riesgo.....	3
3.	Objetivo.....	3
4.	Población objeto.....	3
5.	Características de la atención enfermedades por descompresión.....	4
5.1.	Tratamiento.....	4
5.1.1.	Manejo en vuelo.....	4
5.1.2.	Manejo en tierra.....	4
5.2.	Prevención.....	4
6.	Flujograma enfermedades por descompresión.....	5
7.	Bibliografía.....	6

1. JUSTIFICACIÓN

El ser humano puede soportar cambios enormes de presión barométrica, en tanto las de las cavidades del cuerpo sean iguales a la del ambiente exterior.

Caso contrario ocurre cuando los gases en expansión no pueden escapar para igualar las presiones corporales con las ambientales.

Las tripulaciones de la Fuerza Aérea Colombiana que vuelan aeronaves no presurizadas como el T-27, T-37, A-37, C-95, C-208, Casa 212 y AC-47T, están expuestas a alturas potencialmente susceptibles para la aparición de disbarismos y enfermedades por descompresión durante los ascensos y descensos.

Es relevante que el médico de aviación conozca los efectos directos de la disminución de la presión barométrica, sus manifestaciones clínicas y su manejo.

2. DEFINICIÓN Y ASPECTOS CONCEPTUALES

Las enfermedades por descompresión y los disbarismos, se presentan por la evolución de gases en el organismo, cuando la presión ambiental disminuye con ascensos a alturas mayores a 18.000 pies.

2.1. ETIOLOGÍA

Las enfermedades por descompresión que ocurren durante el vuelo, son el resultado directo de la reducción de la presión atmosférica. Los gases como el Nitrógeno, que están disueltos en los fluidos corporales, forman burbujas bajo condiciones de disminución de la presión ambiental de acuerdo con la ley de Henry. Los síntomas se presentan en piel, músculos, sistema cardiorrespiratorio e inclusive a nivel neurológico.

2.2. CLASIFICACIÓN

2.2.1. Menores (TIPO I)

- Manifestaciones cutáneas.
- Manifestaciones articulares.

2.2.2. Mayores (TIPO II)

- Manifestaciones pulmonares (CHOKES).
- Manifestaciones neurológicas (STAGGERS).
- Colapso vasomotor

2.3. SIGNOS Y SÍNTOMAS

Los principales signos y síntomas son:

- Rash y prurito.
- BENDS caracterizados por dolor articular localizado.
- Choques con la tríada clásica de tos seca, dolor torácico y disnea.
- Diplopía, debilidad muscular, parestesias, pérdida de la conciencia.
- Cianosis como manifestación de colapso vascular.

2.4. FACTORES DE RIESGO

Los principales factores de riesgo son:

- Altitud.
- Inmersiones previas a la exposición a la altitud.
- Duración prolongada.
- Edad.
- Obesidad.
- Frío.
- Ejercicio.

3. OBJETIVO

Dar las pautas para la detección, prevención y tratamiento de las patologías causadas por disminución de la presión barométrica en vuelo.

4. POBLACIÓN OBJETO

Población de pilotos y tripulantes de la Fuerza Aérea Colombiana.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA ATENCIÓN

5.1. TRATAMIENTO

5.1.1. MANEJO EN VUELO

Las medidas deben aplicarse inmediatamente:

- Oxígeno 100% por máscara.
- Aterrizar.

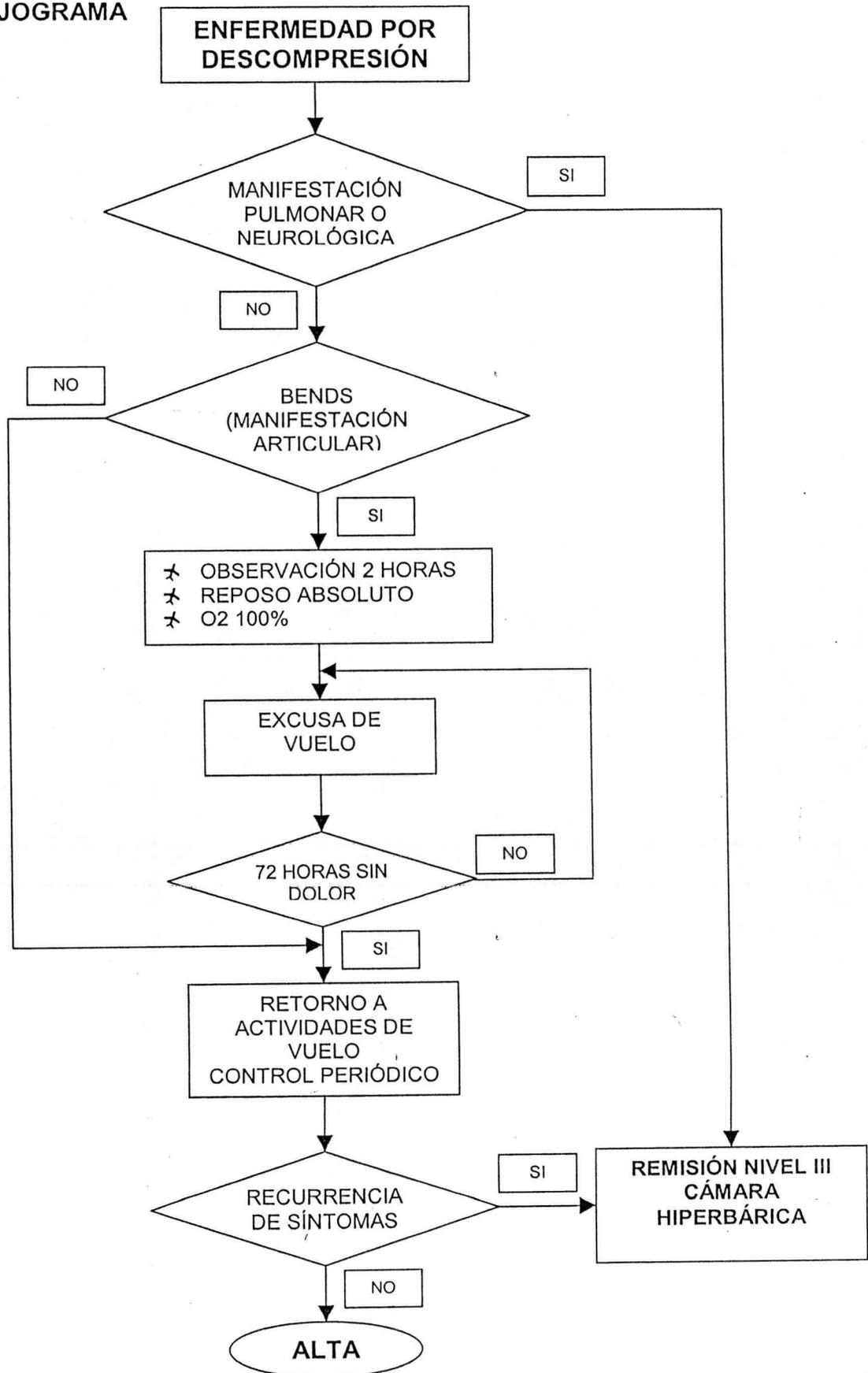
5.1.2. MANEJO EN TIERRA

- Oxígeno 100%.
- Reposo.
- Inmovilización de la articulación afectada.
- Excusa de servicio por tres días y de vuelo hasta tres días después de la desaparición de los síntomas.
- Cámara hiperbárica.

5.3. PREVENCIÓN

- Mantener peso ideal.
- Evitar altitud de cabina mayor a 20.000 pies.
- Denitrogenización con Oxígeno al 100%, quince minutos antes del vuelo.

6. FLUJOGRAMA



7. BIBLIOGRAFÍA

- 1. Society of USAF flight surgeons: "Flight surgeon's checklist", Mayo 2000.
- 2. Lawrence M., Tierney: "Current diagnosis and treatment", 2002.
- 3. Russell, Rayman M.D. John Hastings: " Clinical aviation medicine", 2000.

3. PROTOCOLO DE MANEJO DE BAROTRAUMA



1. JUSTIFICACIÓN

El ser humano puede soportar cambios enormes de presión barométrica, en tanto las de las cavidades del cuerpo sean iguales a la del ambiente exterior.

Caso contrario ocurre cuando los gases en expansión no pueden escapar para igualar las presiones corporales con las ambientales.

Las tripulaciones de la Fuerza Aérea Colombiana que vuelan aeronaves no presurizadas como el T-27, T-37, A-37, C-95, C-208, Casa 212 y AC-47T, están expuestas a alturas potencialmente susceptibles para la aparición de disbarismos y enfermedades por descompresión durante los ascensos y descensos.

Es relevante que el médico de aviación conozca los efectos directos de la disminución de la presión barométrica, sus manifestaciones clínicas y su manejo.

2. DEFINICIÓN Y ASPECTOS CONCEPTUALES

2.1. DEFINICIÓN

Barotitis es la inflamación traumática aguda o crónica del oído medio, producida por las diferencias de presión entre el aire de la cavidad timpánica y la atmósfera.

2.2. ETIOLOGÍA

Las principales causas de Barotitis son:

- Edema de la Trompa de Eustaquio, causada por infecciones de las vías respiratorias altas.
- Rinitis alérgica.
- Uso de O₂ en vuelo.

2.3. SINTOMAS

Frecuentemente ocurren en descenso, pero también pueden presentarse en ascenso de la aeronave. Los más frecuentes son:

- Otagia.
- Tinnitus de baja frecuencia.

- Disminución de la agudeza auditiva.
- Vértigo (usualmente se presenta en ascenso).

3. OBJETIVO

Dar las pautas para la detección, prevención y tratamiento de las patologías causadas por disminución de la presión barométrica en vuelo.

4. POBLACIÓN OBJETO

Población de pilotos y tripulantes de la Fuerza Aérea Colombiana.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA ATENCIÓN

5.1. EN VUELO

- Al inicio de sensación de oído tapado durante el vuelo, se recomienda realizar maniobras para movilizar gases a través de la Trompa de Eustaquio como deglución, masticación y maniobra de Toynbee (tapar

- Excusa de vuelo por 5 a 10 días con control diario por el médico de aviación.
- El hemotímpano resuelve en tres semanas y se debe hacer un control semanal.
- En caso de perforación timpánica se debe realizar remisión al servicio de Otorrinolaringología y Fonoaudiología del Centro de Fisiología y Medicina de Aviación de la Fuerza Aérea Colombiana.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 1. Society of USAF flight surgeons: "Flight surgeon's checklist", Mayo 2000.
- 2. Lawrence M., Tierney: "Current diagnosis and treatment", 2002.
- 3. Russell, Rayman M.D. John Hastings: " Clinical aviation medicine", 2000.

4. PROTOCOLO DE MANEJO DE HIPERTENSIÓN ARTERIAL EN PERSONAL DE VUELO



**DIRECCIÓN DE SANIDAD
FUERZA AÉREA**

TABLA DE CONTENIDO

1.	Justificación.....	2
2.	Definición y aspectos conceptuales.....	2
2.1.	Definición.....	2
2.2.	Aspectos conceptuales.....	2
2.3.	Clasificación.....	3
3.	Objetivos.....	3
4.	Población objeto.....	3
5.	Características de la atención.....	3
5.1.	Anamnesis.....	3
5.2.	Examen Físico.....	4
5.3.	Paraclínicos.....	4
5.4.	Tratamiento.....	4
5.4.1.	No farmacológico.....	4
5.4.2.	Farmacológico.....	5
6.	Flujograma.....	6
7.	Bibliografía.....	7

1. JUSTIFICACIÓN

La hipertensión arterial es una enfermedad que debe ser diagnosticada y tratada apropiadamente en los pilotos, considerando que es un factor potencial para incapacidad súbita en vuelo, dado por compromiso cardiovascular y cerebrovascular.

Estudios clínicos han demostrado que la elevación de las cifras de presión sistólica y diastólica tienen relación directa con la aparición enfermedad renal terminal, falla cardíaca y muerte por enfermedad cardiovascular.

Considerando que el control de la presión arterial reduce el riesgo de presentación de estos eventos, es necesaria la elaboración de protocolos de manejo de esta patología en el personal de vuelo.

2. DEFINICIÓN Y ASPECTOS CONCEPTUALES

2.1. DEFINICIÓN

La hipertensión arterial se define como una elevación persistente de la presión arterial sistólica, por encima de 140 mmHg o diastólica por encima de 90 mmHg.

2.2. ASPECTOS CONCEPTUALES

La prevalencia de hipertensión arterial en pilotos de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos es de 10-20% y en la población general es de 20 a 30%.

La hipertensión arterial está asociada con eventos cardiovasculares, que van desde accidentes cerebrovasculares, infartos del miocardio que son causa de incapacidad súbita en vuelo, hasta la muerte.

Según hallazgos del estudio Framingham, la mortalidad de los pacientes hipertensos fue el doble comparado con los pacientes normotensos y aunque un nivel de presión sanguínea de 140/90 ha sido tradicionalmente usado como umbral para la iniciación de la terapia farmacológica, este estudio notó efectos adversos con elevaciones aisladas de las cifras de tensión diastólica.

Lo anterior hace que sea fundamental el control periódico de la tensión arterial con el fin de alcanzar la detección y atención temprana de esta patología, en aras de prevenir sus complicaciones en la población objeto.

2.3. CLASIFICACIÓN

CATEGORIA	P.A. SISTÓLICA (mmHg)	P.A. DIASTÓLICA (mmHg)	RECOMENDACIÓN DE MANEJO
Opcional	<120	<80	Rechequeo 2 años
Normal	<130	<85	Rechequeo 2 años
Normal alta	130-139	85-90	Rechequeo 1 año
Hipertensión estadio I	140-159	90-99	Confirmación durante 2 meses
Hipertensión estadio II	160-179	100-109	Evaluación y control manejo en 1 mes
Hipertensión estadio III	>180	>110	Evaluación y control manejo en 1 semana

3. OBJETIVOS

mismo, preguntar sobre la presencia de síntomas como cefalea, nicturia, dolor torácico o claudicación.

5.2. EXAMEN FÍSICO

Se debe realizar un examen físico completo, toma de presión arterial en ambos miembros superiores, con un tensiómetro de medida adecuada para el paciente sentado.

Un piloto es hipertenso, si presenta cifras tensionales por encima de 140/90 mmHg, en cinco tomas realizadas durante cinco días consecutivos, bajo las mismas condiciones.

El examen médico debe enfocarse en la detección de alteraciones en las carótidas, cambios en retina, disminución de los pulsos pedios, presencia de masa abdominal pulsátil y presencia de S4 en los ruidos cardíacos.

5.3. PARACLÍNICOS

Se deben realizar los siguientes estudios de laboratorio: cuadro hemático completo, glucosa en sangre, perfil lipídico completo, electrolitos en suero, nitrógeno ureico, creatinina y parcial de orina. Además radiografía de tórax y electrocardiograma en reposo.

Cualquier aviador menor de 35 años con hipertensión arterial que presente incremento súbito de la presión arterial que no responda al tratamiento, debe ser evaluado para descartar hipertensión arterial secundaria.

5.4. TRATAMIENTO

5.4.1. NO FARMACOLÓGICO

En pacientes con hipertensión arterial en estadio I, inicialmente se deben hacer intervenciones no farmacológicas.

Cambios en el estilo de vida como pérdida de peso, decremento en el consumo de alcohol e incremento en la práctica de ejercicio, son efectivos para disminuir la presión sanguínea. Así mismo, algunos individuos responden a la disminución de la ingesta de sodio.

Aviadores asintomáticos con cifras de presión arterial de 140/90, permanecerán en actividades de vuelo mientras se logre disminuir las cifras tensionales con medidas no-farmacológicas. Estos pacientes

requieren valoración cada tres meses con paraclínicos completos y manejo interdisciplinario por cardiología, nutrición, medicina interna, oftalmología y medicina de aviación.

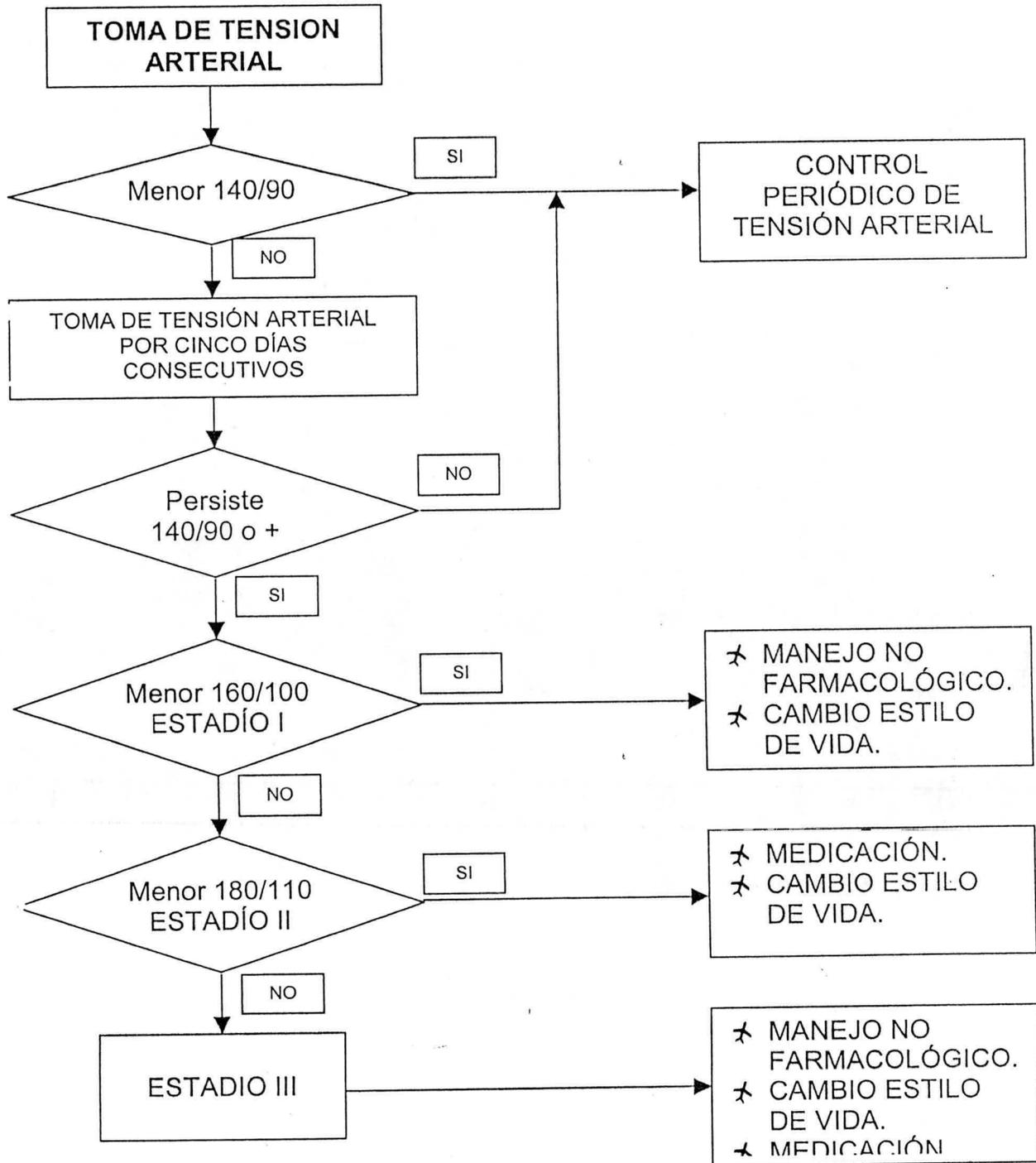
5.4.2. FARMACOLÓGICO

Los pacientes que requieran manejo farmacológico deben ser remitidos para valoración por medicina de aviación y medicina interna.

Las dos clases de agentes antihipertensivos disponibles para los pilotos militares son los diuréticos y los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina.

Los medicamentos que producen vasodilatación directamente o interfieren con la vasorregulación del sistema nervioso autónomo, son inaceptables en la aviación militar.

6. FLUJOGRAMA



7. BIBLIOGRAFÍA

- 1. Society of USAF flight surgeons: "Flight surgeon's checklist", Mayo 2000.
- 2. Lawrence M., Tierney: "Current diagnosis and treatment", 2002.
- 3. Russell, Rayman M.D. John Hastings: " Clinical aviation medicine", 2000.

5. PROTOCOLO DE MANEJO DE UROLITIASIS EN PERSONAL DE VUELO



**DIRECCIÓN DE SANIDAD
FUERZA AÉREA**

TABLA DE CONTENIDO

1.	Justificación.....	2
2.	Definición y aspectos conceptuales.....	2
2.1.	Etiología.....	2
2.2.	Hallazgos clínicos.....	2
2.3.	Estudios Paraclínicos.....	3
3.	Objetivo.....	3
4.	Población objeto.....	3
5.	Características de la atención.....	3
5.1.	Manejo del cuadro agudo.....	3
5.2.	Consideraciones aeromédicas	3
5.3.	Prevención.....	4
6.	Flujograma.....	5
7.	Bibliografía.....	6

1. JUSTIFICACIÓN

La urolitiasis es una condición clínica de interés en medicina de aviación por múltiples razones:

- ✧ El pico de incidencia de urolitiasis en la población general se encuentra entre los 20 y 30 años de edad, rango en el cual se encuentra gran parte de la población del personal de vuelo de nuestra Fuerza Aérea.
- ✧ El principal síntoma de la urolitiasis es el dolor, que puede ser parcial o completamente incapacitante para actividades de vuelo.
- ✧ Algunas condiciones de vuelo y del ambiente aeronáutico predisponen a la formación de cálculos.

2. DEFINICIÓN Y ASPECTOS CONCEPTUALES

Los cálculos renales son agregados de cristaloides y una matriz orgánica. Son vistos con relativa frecuencia en la población del personal de vuelo y la prevalencia es mayor en hombres que mujeres, con una relación de 4 a 1.

2.1. ETIOLOGÍA

Aproximadamente el 75% de todos cálculos son de Oxalato de Calcio, los cuales son radiopacos a los Rayos X (2). También pueden estar compuestos de Ácido Úrico, Cisteína y Estruvita, los cuales están frecuentemente asociados a infecciones del tracto urinario por Proteus y Klebsiella.

Dentro de los factores desencadenantes para la formación de cálculos renales se encuentran: calor, ambientes secos y deshidratación, los cuales se observan en el medio aeronáutico.

También se ha evidenciado que factores genéticos contribuyen con la aparición de esta entidad.

2.2. HALLAZGOS CLÍNICOS

Los principales hallazgos clínicos en la urolitiasis son:

- ✧ Dolor tipo cólico en el flanco izquierdo, que puede propagarse a testículos, labios mayores y región lumbar.
- ✧ Náuseas y vómito.

- ✦ Síntomas urinarios bajos, si los cálculos alcanzan la unión ureterovesical.

2.3. ESTUDIOS PARACLÍNICOS

- ✦ Parcial de orina (evitar ejercicio previo a la toma de la muestra).
- ✦ Urocultivo.
- ✦ Nitrógeno ureico.
- ✦ Creatinina.
- ✦ Radiografía simple de abdomen.
- ✦ Urografía excretora (previa valoración de la función renal).
- ✦ Ecografía renal.

3. OBJETIVO

Determinar pautas de manejo de la urolitiasis en la población del personal de vuelo de la Fuerza Aérea Colombiana.

4. POBLACIÓN OBJETO

Población de pilotos y tripulantes de la Fuerza Aérea Colombiana.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA ATENCIÓN

5.1. MANEJO DEL CUADRO AGUDO

- ✦ Hidratación.
- ✦ Analgesia parenteral.
- ✦ Antiespasmódico.
- ✦ Conducta determinada por el servicio de Urología según el caso.

5.2. CONSIDERACIONES AEROMÉDICAS

- ✦ El cólico renal en el caso que sea tan severo que incapacite al piloto, se excusará de vuelo al paciente mientras se realiza el estudio y tratamiento médico inicial y hasta que haya evidencia de que el cálculo ha sido expulsado.
- ✦ Si el examen físico, cuadro hemático, urocultivos y exámenes de función renal son normales y la hematuria microscópica desaparece, la incapacidad no debe prolongarse.

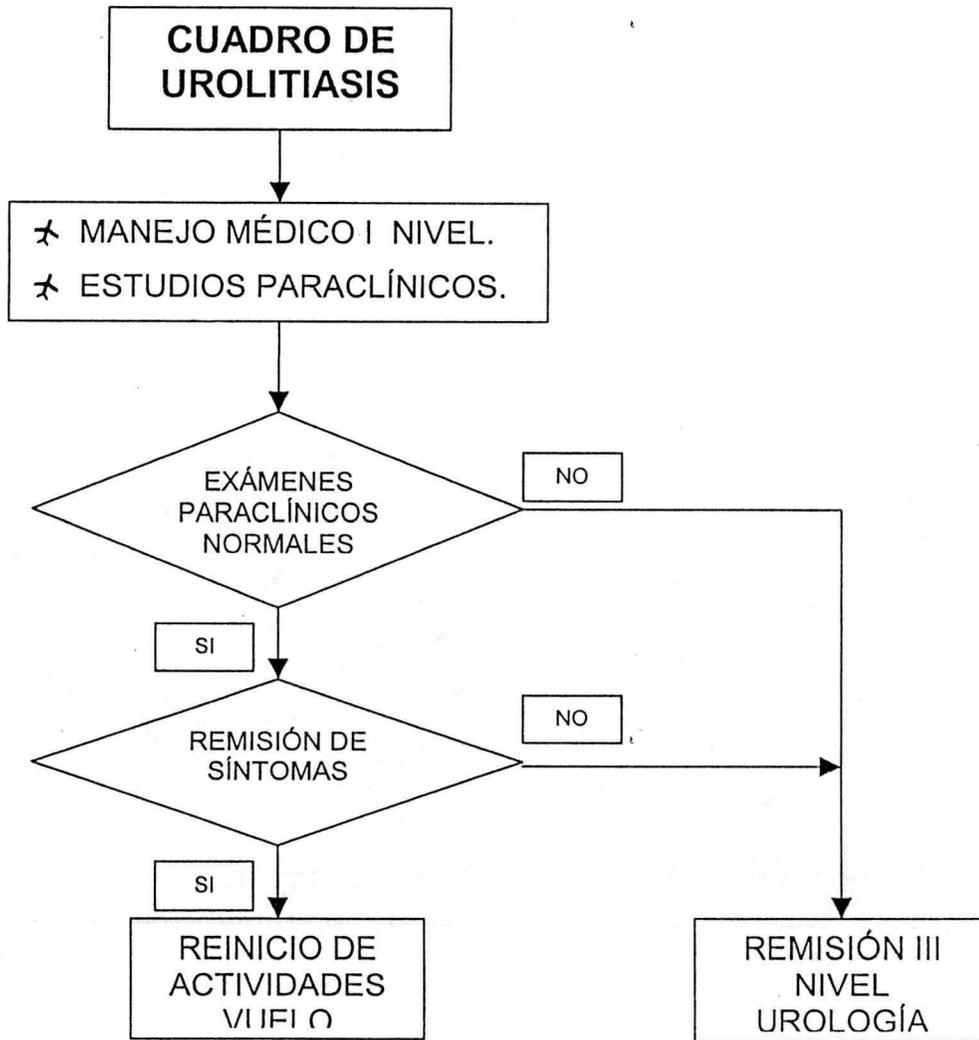
- ✦ Si el cálculo no se expulsa espontáneamente y los signos y síntomas persisten, se debe excusar de vuelo al paciente y remitirlo para manejo por el urólogo.
- ✦ Si la hematuria persiste, debe ser evaluada para identificar la causa subyacente. El diagnóstico diferencial de hematuria asintomática sin proteinuria incluye neoplasias, cálculos renales, infecciones, trauma, ejercicio, analgésicos y anemia de células falciformes, entre otros. La hematuria con proteinuria implica daño del nefrón y se presenta en muchas formas de glomerulonefritis.

5.3. PREVENCIÓN

Una de las más importantes medidas para evitar la aparición de cálculos renales y su recurrencia, es la ingesta de líquidos.

Por lo anterior, es recomendable la adecuada hidratación previa al vuelo, ingesta de líquidos dos horas después de las principales comidas y en la noche, así como evitar los vuelos prolongados a gran altura.

6. FLUJOGRAMA



7. BIBLIOGRAFÍA

- 1. Society of USAF flight surgeons: "Flight surgeon's checklist", Mayo 2000.
- 2. Lawrence M., Tierney: "Current diagnosis and treatment", 2002.
- 3. Russell, Rayman M.D. John Hastings: " Clinical aviation medicine", 2000.