

Hipoxia e Hiperventilación

**JOSÉ B. DEL VALLE GARRIDO
CARLOS VELASCO DÍAZ**
Capitanes Médicos

INTRODUCCION

DESDE que el ser humano se propuso vencer el reto de volar como los pájaros, y desenvolverse en un medio diferente de aquel para el que había sido concebido, hasta nuestros días, es indiscutible que se han superado muchas barreras y alcanzado metas impensables, aunque todavía, los grandes problemas que sufrieron los primeros aeronautas siguen siendo riesgos potenciales de nuestros pilotos en sus sofisticados aviones.

De todos los riesgos potenciales, siguen siendo los relacionados con la disminución de la presión atmosférica los más importantes, y de ellos, los cuadros de hipoxia e hiperventilación

ocupan un destacado lugar, si bien es cierto, que desde el primer accidente hipóxico de que tenemos noticia, el del globo Zenith en 1875, algunas causas de hipoxia han variado.

En la actualidad, es de todos los pilotos conocida la imposibilidad de mantener la vida, a partir de ciertas alturas, sin un aporte extra de oxígeno. Sin embargo, el carácter insidioso de los cuadros de hipoxia e hiperventilación que les hace difíciles de identificar, junto a la posibilidad de un fallo en los equipos de oxígeno y/o presurización del avión, hace que demos gran importancia a este capítulo de la Medicina Aeroespacial, ya que son causa frecuente de incidentes o accidentes aéreos.



Prueba de Hipoxia a 30.000 pies en la Cámara de Baja Presión del CIMA.

HIPOXIA

El término hipoxia significa disminución del oxígeno disponible para las células del organismo, produciéndose alteraciones en su normal funcionamiento, al no poder obtener la energía necesaria de los alimentos (carbohidratos, grasas y proteínas) mediante las reacciones oxidativas correspondientes.

El propósito fundamental del sistema cardio-respiratorio es hacer posible la llegada de oxígeno y sustratos a las células, y eliminar el dióxido de carbono y otros productos metabólicos de las mismas. El mantenimiento adecuado de esta función depende de que los sistemas cardiovascular y respiratorio estén intactos, y de un suministro de aire que contenga oxígeno en cantidad adecuada.

El aire atmosférico está compuesto de una mezcla de gases en distintas proporciones, siendo el nitrógeno, con el 78 por 100; oxígeno, 21 por 100; vapor de agua, 4 por 100; argón, 0,9 por 100 y dióxido de carbono, 0,03 por 100, los más abundantes, mientras que las cantidades del resto de gases, como neón, helio, krypton, xenón e hidrógeno, son menores. Mediante la respiración, esta mezcla de gases se intercambia entre los alvéolos y capilares pulmonares, pasando el dióxido de carbono a los alvéolos y el oxígeno a la sangre, siendo transportado por la hemoglobina hasta los tejidos, donde será utilizado por las células en sus reacciones metabólicas para obtener la energía necesaria en procesos fisiológicos como son la actividad muscular y absorción de alimentos del tubo digestivo.

CLASIFICACION DE LA HIPOXIA

Según la causa primaria, podemos clasificar la hipoxia en cuatro tipos diferentes:

Hipoxia hipóxica.—Es el cuadro hipóxico que aparece como consecuencia de la disminución de la presión de oxígeno en el aire respirado, así como cualquier causa que origine una reducción del intercambio gaseoso a nivel de la membrana alveolocapilar. En definitiva, el resultado es una sangre arterial pobre en oxígeno, incapaz de suministrar la energía que necesitan los tejidos de nuestro organismo para sus reacciones metabólicas. Entre las causas de hipoxia hipóxica, la más importante para el aviador es la exposición a las bajas presiones atmosféricas, que se encuentran a grandes altitudes, que puede ocurrir en caso de fallo mecánico o error humano en el manejo de los equipos de oxígeno. Las otras causas, mucho más raras entre el personal de vuelo, son los procesos patológicos que o bien dificultan el paso de aire por las vías aéreas o alteran la ventilación pulmonar, el intercambio de gases entre alvéolos y capilares sanguíneos o mezclan sangre arterial rica en oxígeno, con sangre venosa pobre en el mismo.

Hipoxia anémica.—En este tipo de hipoxia, la tensión de oxígeno en sangre arterial es normal, pero la cantidad de oxígeno transportada por unidad de volumen de sangre está disminuida; en conclusión, el oxígeno llega con normalidad a la sangre arterial, pero encuentra que el "transportador" de oxígeno (hemoglobina) no es útil para el transporte, como en el caso de intoxicaciones por humos (monóxido de carbono), ciertas drogas (sulfamidas); o bien la concentración de hemoglobina está disminuida, como en el caso de ciertas anemias.

Hipoxia por estancamiento.—Aparece cuando, a pesar de una normal cantidad y tensión de oxígeno en sangre arterial, el flujo sanguíneo se encuentra disminuido. Las causas tenemos

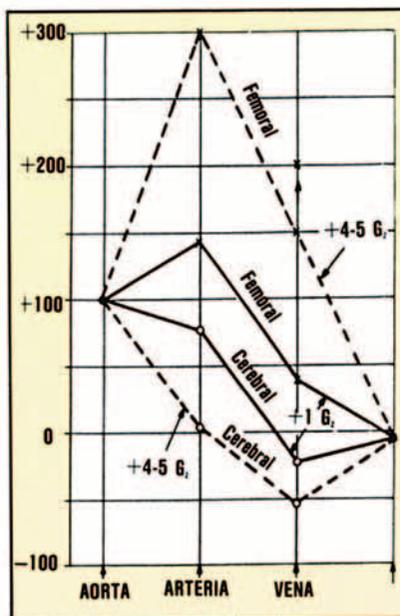


Figura 1. Efecto de la exposición a nivel de circulación cerebral y femoral en un individuo sentado sometido a +1 Gz, y +4.5 Gz.

que buscarlas en fallos del corazón, obstrucciones vasculares y estancamiento venoso, siendo esta última de gran importancia en el piloto sometido a altas aceleraciones con los nuevos aviones de combate. Las aceleraciones positivas (fuerzas + Gz) producen una disminución de la presión sanguínea por encima del corazón y un aumento de presión del árbol vascular por debajo del mismo, todo lo cual, dependiendo de la intensidad y duración de las aceleraciones y a pesar de los mecanismos compensadores del

organismo, determina una hipoxia en los órganos situados por encima del corazón, sobre todo a nivel ocular y cerebral, originando síntomas de pérdida de visión y de conocimiento. En la figura 1 se muestran las diferentes presiones que se alcanzan en un sujeto sentado, a nivel de la arteria del globo ocular y femoral, sometido a distinta intensidad de aceleraciones.

Hipoxia histotóxica.—Se da la paradoja de que los tejidos son incapaces de utilizar el oxígeno que llega con completa normalidad, por lo que, en consecuencia, la sangre venosa es rica en oxígeno. El ejemplo más claro de este tipo de hipoxia es el envenenamiento por cianuro, que bloquea la enzima que favorece la utilización del oxígeno por la célula.

CAUSAS DE HIPOXIA EN VUELO

Ya hemos visto en la clasificación que son dos fundamentalmente los tipos de hipoxia que pueden afectar al aviador: la hipoxia hipóxica y la estanca, siendo esta última, con las nuevas generaciones de aviones de combate, capaces no sólo de coger mayores aceleraciones, sino también de mantenerlas, las que están causando la mayoría de los casos de hipoxia en vuelo.

Dentro de las causas de hipoxia hipóxica podemos agruparlas en tres grupos fundamentales: ascensos sin oxígeno suplementario, fallos en los equipos de oxígeno, bien en la presión o concentración que tienen que dar, y despresurización de cabina a grandes alturas. La incidencia de estas causas se deben, según las estadísticas, una tercera parte por fallo mecánico de los equipos, otra tercera parte por errores del piloto y el resto causas no determina-

| Tabla 1 | |
|---|--------------|
| Causas más frecuentes de hipoxia en vuelo | |
| CAUSA DE HIPOXIA | FRECUENCIA % |
| Fallo en encender el regulador | 10 |
| Fallo en la concentración de O ₂ | 22 |
| Fallo entre regulador y máscara | 11 |
| Inadecuada adaptación de la máscara | 22 |
| Fallo en válvulas de la máscara | 7 |
| Despresurización de la cabina | 20 |
| Fallo entre fuente O ₂ y regulador | 6 |
| Otras | 2 |

das. En la tabla 1 aparece un estudio en aviones militares.

Las causas de hipoxia estanca, por altas aceleraciones, tenemos que buscarlas la mayoría de las veces en la mala realización de las maniobras de contractura muscular por parte del piloto, mala adaptación del traje antiG o fallos mecánicos de los sistemas antiG.

EFFECTOS DE LA HIPOXIA. SINTOMAS Y SIGNOS

La disminución de la presión de oxígeno origina cierto daño en la función de todos los órganos de nuestro cuerpo, siendo más afectados aquellos que son más sensibles a los efectos de la hipoxia. Es a nivel del sistema nervioso central donde la sensibilidad ante la carencia de oxígeno es mayor y, por lo tanto, son éstos los síntomas que dominan el cuadro clínico.

La intensidad y el orden de aparición de los síntomas y signos de la hipoxia varía enormemente de una persona a otra, dependiendo de diversos factores que se indican en la tabla 2. Podemos hablar de dos grandes grupos de factores: uno de ellos engloba las características propias del vuelo, siendo la altura el primero factor que influencia la intensidad de la hipoxia, puesto que a mayor altura la presión barométrica disminuye y con ella la presión parcial de oxígeno; en segundo lugar tenemos la velocidad de ascenso, factor muy importante en caso de descompresión rápida y que acorta el tiempo de aparición de los síntomas y, por último, el tiempo de permanencia a una altura determinada, que es directamente proporcional a la intensidad del cuadro clínico. En el segundo grupo englobamos aquellos factores que dependen del sujeto y son los más importantes para el personal de vuelo, puesto que se pueden modificar:



Entrenamiento fisiológico en Cámara de Baja Presión del CIMA.

así tenemos que tanto el alcohol como ciertos medicamentos, algunos de ellos (antihistamínicos) usados en procesos tan frecuentes como el resfriado común, pueden potenciar la pérdida de oxígeno, el tabaco reduce la cantidad de oxígeno disponible para los tejidos, al aumentar la concentración de carboxihemoglobina; el ejercicio físico y el frío aumentan el consumo de oxígeno por el organismo y, por último, todas aquellas enfermedades, bien cardiorrespiratorias o metabólicas, que modifican las necesidades de oxígeno. Sin embargo, no son sólo estos factores los que modifican la res-

puesta frente a la hipoxia, existe un factor individual que hace que no se dé la misma sintomatología entre dos individuos ante la misma exposición.

Dividiendo la atmósfera en bandas a diferentes alturas, vamos a ver cuáles son los síntomas y signos más frecuentes de la hipoxia:

Desde el nivel del suelo hasta 10.000 pies de altitud.—Se tiene la misma presión de oxígeno que si ascendemos a 39.000 pies con oxígeno al 100 por 100. Se denomina fase indiferente, puesto que no aparece ningún síntoma en el ser humano, en estado de reposo. Sin embargo, desde los estudios realizados por MacFarlan en la II Guerra Mundial se conoce la aparición de alteraciones de la función cerebral y de la visión, como son disminución de la memoria inmediata y de la visión nocturna, a alturas tan bajas como 6.000-8.000 pies; también se ha evidenciado un alargamiento del tiempo de aprendizaje de materias complejas en sujetos sometidos a 8.000 pies de altitud; en general, se puede considerar que a alturas inferiores a 10.000 pies los síntomas son tan mínimos que

Tabla 2

Factores que influyen la hipoxia

INTENSIDAD DE LA HIPOXIA

- Altura.
- Velocidad de ascenso.
- Tiempo.

EJERCICIO FISICO

TEMPERATURA AMBIENTE

FACTORES INDIVIDUALES

- Tolerancia personal.
- Procesos infecciosos.
- Alcohol y ciertos medicamentos.
- Tabaco.
- Aclimatación.

se consideran insignificantes en aviación.

De 10.000 a 15.000 pies de altitud.—Se tiene la misma presión de oxígeno alveolar que respirando oxígeno al 100 por 100 entre 39.000 y 42.500 pies de altura. Se conoce como fase compensadora, puesto que el organismo pone en marcha sus mecanismos compensadores, con un aumento de la ventilación pulmonar y el gasto cardíaco. El sujeto en reposo no presenta apenas síntomas, exceptuando una acentuación de los expuestos en la fase anterior; el más importante, sin duda, la disminución de la visión nocturna, que llega a ser del 50 por 100 y la aparición de dolor de cabeza en exposiciones superiores a veinte minutos. Si el consumo de oxígeno se encuentra aumentado, por ejercicio físico o bajas temperaturas, los síntomas que aparecen son dificultad respiratoria, disminución de la memoria, de la capacidad de trabajo y cálculo, lo cual pasa inadvertido por el sujeto.

De 15.000 a 20.000 pies de altitud.—Es igual que encontrarse a alturas entre 42.500 y 45.000 pies respirando oxígeno puro. Es la fase de manifestaciones clínicas y en ella aparecen los síntomas incluso con el sujeto en reposo, sin que los mecanismos compensatorios sean efectivos. Son síntomas causados por la afectación de los procesos mentales y del control neuromuscular, tales como la pérdida de juicio crítico, sin tener conciencia de ello, entenebrecimiento del pensamiento, imposibilidad de realización de cálculos mentales, que junto con la incoordinación muscular para movimientos finos, hace incontrolable el manejo de una aeronave. Emocionalmente hay grandes diferencias individuales, pero, en general, aparecen estados de euforia (parecidos a los de la borrachera alcohólica),

ansiedad o agresividad. Pueden sumarse mareos, náuseas, vómitos, sensación de cabeza vacía, hormigueos en extremidades y disminución del campo visual con espasmos musculares y crisis de tetania debidas a la hiperventilación originada por

Tabla 3

Síntomas de hipoxia

SINTOMAS SUBJETIVOS

- Disnea (sed de aire).
- Visión de túnel.
- Cefalea.
- Pérdida de razonamiento.
- Euforia.
- Náuseas, vómitos.
- Mareos.
- Hormigueos en extremidades.
- Convulsiones.

SINTOMAS OBJETIVOS

- Respiración más profunda.
- Incoordinación muscular.
- Temblor.
- Cianosis.
- Pérdida de conocimiento.

Tabla 4

Causas de hiperventilación en vuelo

FISIOLÓGICAS

- Estrés respiratorios.

AMIENTALES

- Hipoxia.
- Vibraciones.
- Aceleraciones.
- Calor.
- Respiración a presión.

PSICOLÓGICAS

- Ansiedad.
- Miedo.
- Cólera.
- Dolor.

FARMACOLÓGICAS

- Salicilatos.
- Hormonas femeninas.
- Analépticos.
- Catecolaminas.

PATOLÓGICAS

- Diabetes.
- Uremia.
- Fiebre.
- Anemia.
- Enfermedades congénitas cardíacas.
- Enfermedades pulmonares.
- Lesiones cerebrales.

la hipoxia. Objetivamente, hay coloración azulada en las partes distales del organismo, como uñas y labios, y aumento de la profundidad de los movimientos respiratorios. El ejercicio físico y el frío aumentan la intensidad de los síntomas, produciéndose la pérdida de conocimiento.

Por encima de 20.000 pies de altitud.—Es la fase crítica y aparecen los mismos síntomas, que si estamos por encima de 45.000 pies respirando oxígeno al 100 por 100, se acentúan todos los síntomas de la fase anterior y aparece pérdida de conocimiento y convulsiones si se mantiene la hipoxia.

En la tabla 3 se muestra un resumen de los síntomas de la hipoxia, tanto subjetivos como objetivos.

TRATAMIENTO DE LA HIPOXIA

El tratamiento debe comenzar con la prevención del cuadro de hipoxia, mediante un cuidadoso conocimiento y chequeo de los equipos de oxígeno antes y durante el vuelo. Asimismo el personal de vuelo debe ser capaz de identificar sus reacciones individuales frente a la hipoxia y conocer los síntomas objetivos que produce ésta; para ello contamos con un medio de gran seguridad para reproducir esta situación y obtener las máximas enseñanzas de la misma mediante prácticas en cámara de baja presión, con la cual el Centro de Instrucción de Medicina Aeroespacial del Ejército del Aire viene realizando de forma periódica el entrenamiento del personal de vuelo, consiguiendo la familiarización del mismo con las diferentes situaciones que pueden aparecer en el transcurso del vuelo real y aprendiendo la manera de solucionarlas.

Todo tripulante aéreo debe saber que la primera medida a

realizar ante la sospecha de hipoxia es poner su regulador en la posición de 100 por 100 de oxígeno y al mismo tiempo se pondrá en posición de presión; en segundo lugar se procederá a chequear la totalidad del equipo de suministro de oxígeno y descender por debajo de los 10.000 pies de altura, notificando el incidente al oficial de seguridad de vuelo a su regreso a la base.

Hay que recordar aquí que puesto que la velocidad de ascenso es uno de los factores que influyen en el grado de hipoxia, en caso de despresurización brusca de la aeronave, sea cual sea su etiología, el tiempo que el piloto tiene para reaccionar antes de que los síntomas de hipoxia se lo impidan, se reduce a la mitad o la tercera parte de lo que sería normal en un ascenso más lento, por lo que aunque el tratamiento sea el mismo se debe realizar a la mayor brevedad posible.

También es necesario conocer que la recuperación de la hipoxia, tras la administración de oxígeno, ocurre en la mayoría de los casos en pocos segundos, dejando como única secuela un ligero dolor de cabeza o un estado de fatiga; pero hay sujetos en los cuales el oxígeno no origina la desaparición de los síntomas, sino, al contrario, los aumenta, apareciendo un cuadro

| SINTOMA | FRECUENCIA % |
|-------------------------------|--------------|
| Vértigo | 72,5 |
| Sensación de cabeza vacía | 64,2 |
| Hormigueo | 61,3 |
| Alteraciones visuales | 33,2 |
| Incoordinación muscular | 27,9 |
| Alteraciones del razonamiento | 27,2 |
| Indiferencia | 24,9 |
| Entumecimiento | 23,0 |
| Fatiga | 16,3 |
| Sensación de calor o frío | 15,8 |
| Disnea | 12,1 |
| Dolor de cabeza | 10,3 |
| Temblor | 10,3 |
| Tetania | 6,7 |
| Temor | 1,2 |

convulsivo con pérdida de conocimiento que dura entre treinta y sesenta segundos tras la inhalación de oxígeno, es lo que se conoce como reacción paradójica, y es causada por una disminución del flujo sanguíneo cerebral, secundaria a la hipotensión e hipocapnia, que produce el oxígeno, sin que esto modifique las medidas que se deben realizar para el tratamiento de la hipoxia, anteriormente detalladas.

HIPERVENTILACION

Se conoce como hiperventilación el cuadro originado por un aumento de la ventilación pulmonar mayor de la necesaria

para mantener la tensión de dióxido de carbono en valores normales. Debido a que este cuadro puede ser causado o aparecer acompañando a uno o más de los estrés fisiológicos o ambientales que se dan durante el vuelo en aviones militares, su incidencia es incierta, al no ser reconocida y reportada como tal por el piloto; sin embargo, no cabe duda de su existencia y que es un peligro potencial durante el vuelo.

Son múltiples las causas que conocemos capaces de desencadenar este cuadro, pudiendo reunirlos en cinco grandes grupos según el factor desencadenante; así tenemos causas fisiológicas, ambientales, psicológicas, farmacológicas y patológicas, siendo las causas psicológicas (miedo y ansiedad), sobre todo en personal de vuelo en proceso de formación, las que junto con las causas ambientales (hipoxia y aceleraciones) pueden originar el cuadro de hiperventilación en el transcurso del vuelo, incluso en personal con gran experiencia. En la tabla 4 se muestran con mayor detalle las diferentes causas de hiperventilación.

MANIFESTACIONES CLINICAS DE LA HIPERVENTILACION

Son muchos y muy variados los síntomas y signos del cuadro

TEST

CAPITULO 3

1.—Un problema relativamente frecuente en vuelo es el de la hiperventilación. ¿Cuál de los siguientes factores cree usted que es con más frecuencia causa de hiperventilación, especialmente entre pilotos en fase de entrenamiento?

- a) Vibraciones de la aeronave
- b) Ingesta de salicilatos
- c) Ansiedad
- d) Aceleraciones

2.—Para evitar entrar en una situación hiperventilación debemos vigilar nues-

tra frecuencia respiratoria. ¿Recuerda usted cuál es la frecuencia respiratoria normal en el ser humano?

- a) 5 a 10 respiraciones por minuto (rpm)
- b) 12 a 20 rpm
- c) 20 a 32 rpm
- d) 32 a 40 rpm

3.—Fisiológicamente podemos dividir la atmósfera en varias capas según los efectos que, debido a las bajas presiones de oxígeno que encontramos con la altitud, se producen en el ser humano. ¿Recuerda usted por encima de qué nivel de cabina debemos utilizar aporte suplementario de oxígeno para realizar nuestras acti-

vidades sin riesgo de sufrir un cuadro de hipoxia?

- a) 10.000 pies
- b) 15.000 pies
- c) 20.000 pies
- d) 25.000 pies

4.—¿Sabe usted cuál de las siguientes es la más frecuente causa de hipoxia en vuelo?

- a) Inadecuada adaptación de la máscara
- b) Fallo en las válvulas de la máscara
- c) Fallo entre regulador y máscara
- d) Fallo entre la fuente de oxígeno y el regulador

de hiperventilación, como se muestra en la tabla 5, de un estudio realizado en 165 sujetos sanos, y es por ello fácil de entender la dificultad en el diagnóstico partiendo del cuadro clínico.

Centrándonos en los síntomas que afectan la capacidad cerebral del sujeto, que son en definitiva los que en realidad pueden ocasionar un accidente en vuelo, encontramos en primer lugar alteraciones en la visión y en la capacidad de audición, una disminución muy marcada de la habilidad psicomotora con la actividad intelectual conservada, modificación de la actividad de las fibras nerviosas, originando, por orden de aparición, alteración del sentido del tacto, de la propiocepción y de la percepción del frío, calor y dolor. Hay afectación de la función motora, con espasmos musculares, más intensos a nivel de manos, pies, cara y, en casos extremos, en músculos abdominales, que pueden generalizarse, dando el cuadro típico de tetania. En caso de mantenerse la presión del dióxido de carbono disminuida se puede llegar a la pérdida de conocimiento.

Es evidente el gran riesgo que entraña para el piloto los síntomas de la hiperventilación si aparecen durante el curso de misiones aéreas, así como la dificultad para diagnosticar el cuadro, sobre todo teniendo en cuenta su gran similitud con los síntomas que aparecen en la hipoxia; la única ayuda es tener en cuenta la altura de aparición de los síntomas, puesto que por debajo de los 10.000 pies de altitud se puede descartar un caso de hipoxia. En cualquier caso, y aun sin tener la certeza del cuadro responsable, se deben tomar las medidas oportunas con la mayor rapidez posible, como expondremos a continuación, en el tratamiento de la hiperventilación.

TRATAMIENTO DE LA HIPERVENTILACION

Las medidas a tomar deben realizarse lo antes posible, ante la aparición de alguno de los síntomas descritos anteriormente el piloto debe de poner su regulador en la posición de oxígeno al 100 por 100, chequear el equipo de suministro de oxígeno, comprobar que su frecuencia respiratoria sea normal (14 a 16 respiraciones/minuto) y, si está aumentada, controlarla y descender por debajo de 10.000 pies de altura.

No debemos olvidar que el mejor tratamiento es una buena prevención, conociendo y corri-

giendo aquellos factores que pueden ocasionar un cuadro de hiperventilación. Lo primero será evitar volar cuando exista un estado de enfermedad, aunque sea banal; no usar ningún tipo de medicamentos en vuelo, y sobre todo no automedicarse, y un conocimiento adecuado de los equipos de oxígeno, así como del cuadro de hiperventilación que se pueden adquirir durante el entrenamiento fisiológico en cámara hipobárica y que nos puede servir no sólo para resolver la aparición de la hiperventilación en vuelo, sino para sacar de dificultades a un compañero en caso de aviones politripulados. ■

NOTICIAS

— Su Majestad el Rey ha tenido a bien aceptar la Presidencia de Honor del Simposium Internacional de Medicina Aeronáutica y Ambiental que se celebrará en Madrid del 8 al 11 de octubre próximo.

— Del 5 al 23 de febrero de 1990

se ha desarrollado en el C.I.M.A. el Curso de Técnicos de Entrenamiento Fisiológico, que tiene como objetivo dotar a diversas Unidades de personal cualificado en el manejo de las situaciones fisiopatológicas ocasionadas por la altitud.

REGLAMENTACION

Aprovechamos esta sección para contestar una pregunta que se nos hace con mucha frecuencia a los "médicos aeronáuticos" ¿cuáles son los mínimos exigidos en AGUDEZA VISUAL para pilotar un avión?

A) En AVIACION MILITAR se exige en el RECONOCIMIENTO INICIAL una agudeza visual de 1, es decir del 100 por 100, no admitiéndose ninguna dioptría en visión lejana (miopía), y un máximo de dos dioptrías en visión próxima (hipermetropía) (O.M. 80/1988).

B) En AVIACION CIVIL se exige una agudeza visual de 0,7, esto es, del 70 por 100, sin corrección cristal. Se podrá considerar aptos a aquellos solicitantes que tengan una agudeza visual superior a 0,1, siempre y

cuando el defecto de refracción esté dentro del margen de +/- tres dioptrías, y cuando con la adecuada corrección óptica alcance una agudeza visual superior a 0,7, siendo obligatorio el uso de lentes correctoras mientras ejerza las atribuciones inherentes a su licencia y debiendo llevar lentes de repuesto a su disposición (Licencias al personal. Anexo 1 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional, 8.ª edición).

Con más de tres dioptrías sólo se puede autorizar para piloto privado en determinadas condiciones (máximo cinco dioptrías). La actual legislación no permite el ingreso para piloto en sujetos a los que se haya realizado queratotomía radial. No obstante, es un tema que está en discusión en O.A.C.I.