

# Algunas consideraciones sobre la fisiopatología del aparato visual en la navegación aérea

Por el Comandante médico RÍOS SASIAIN, Diplomado del Ejército del Aire.

El ojo humano está acostumbrado a ejercer su función en un medio ambiente determinado y en condiciones posturales y dinámicas compatibles con la vida de relación en la superficie terrestre. Si el hombre se eleva en la atmósfera, las condiciones ambiente de la alta cota son muy distintas; esto se debe principalmente a la disminución de la presión atmosférica, a la menor concentración de O<sub>2</sub> en el aire respirable, al descenso de la temperatura, a la acción de las radiaciones químicas del espectro, etc. Pero además, en este ambiente extraño se desenvuelve el hombre a una velocidad vertiginosa, hallándose sometido el cuerpo a aceleraciones intensas y a actitudes posturales diversas.

Es natural que todo esto influya sobre el organismo en general y sobre el ojo en particular, y que éste reaccione funcional y patológicamente de diverso modo. Vamos a ocuparnos sucesivamente:

- 1.º De la acción sobre el ojo de la alta cota.
- 2.º De la influencia de la velocidad y de los cambios bruscos posturales a que está sometida la cabeza; y
- 3.º De la acción de la luz.

## INFLUENCIA DE LA ALTA COTA

I) Durante el vuelo en alta cota se aprecia una *aparente variación de la forma de la superficie de la tierra*. Volando a 500 metros o menos, toda la superficie terrestre visible aparece plana. Esta, en el límite periférico, ofrece un incurvamiento más bien brusco, adoptando la forma de un menisco de mercurio contenido en un recipiente. El incurvamiento periférico va gradualmente desapareciendo a medida que se eleva la cota, y ya, pasados los 1.000 metros, toda la superficie visible adopta la forma de una copa colmada. Se discute cuál es la cota en la que se ve con mayor nitidez el aparente incurvamiento de la superficie; para Schúbert está por encima de los 3.000 metros, mientras que para Gamelli y Flack se halla entre los 2.000 y 3.000 metros.

II) Una *ilusión óptica* de gran interés para la práctica aeronáutica es que cuando se vuela en cotas superiores a los 500 metros, una determinada zona de terreno, que se diferencia de las circundantes por su color, contorno, estructura, etc., por ejemplo, un campo de aterrizaje o un lago aparece más grande que lo que es en realidad. Si el piloto desciende rápidamente, la zona en cuestión no se agranda proporcionalmente al ángulo visual bajo el que es vista, sino que aparece más pequeña que lo que debiera verse, mientras se agrandan las zonas de terreno circundantes. Para Schúbert, este fenómeno es simplemente el resultado de un pro-

ceso psíquico que rompe la relación e interdependencia entre la agudeza visual y el sentido de la dimensión.

En realidad, el fenómeno es más complejo, y como dice Gamelli, intervienen en él múltiples factores, tales como la transparencia de la atmósfera, la cota de vuelo y sobre todo los *fenómenos de contraste*. Si se admite con Gamelli que "el tamaño aparente de la representación de un objeto está en función de las representaciones de los objetos que temporalmente se hallan en el ámbito de la conciencia", no debe despreciarse la influencia del contraste sucesivo en la valoración de las dimensiones de las cosas. Pero es el *contraste simultáneo*, tanto marginal como cromático, el que más influye en la apreciación del tamaño en tales circunstancias. Por el *contraste cromático*, dos superficies coloreadas próximas no aparecen en las zonas limítrofes con su color propio, sino con uno, resultante de la mezcla del color propio y el complementario de la superficie inmediata. Por el *contraste marginal*, si se hallan próximas dos superficies, una blanca y otra negra—ocurre igual con los diferentes tonos de gris—, en la proximidad de la línea de separación parece la superficie blanca más blanca y la negra más negra. Este fenómeno desaparece en cuanto la mirada se aparta de la línea divisionaria de ambas superficies; de ahí el nombre de contraste por inducción que le ha dado Brücke.

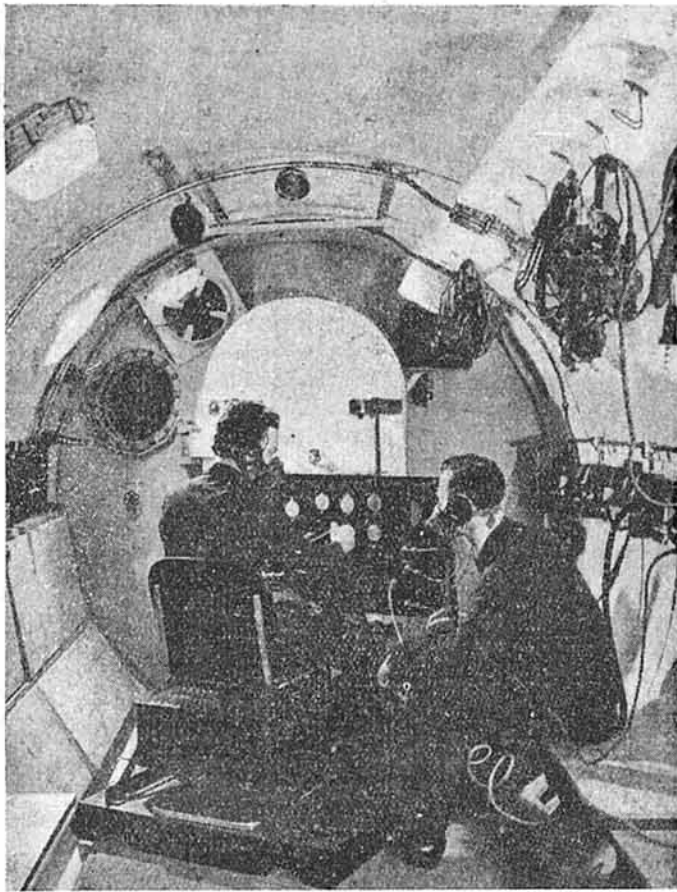
No interesa entrar en la discusión del porqué de estos fenómenos de contraste. Basta saber que, en virtud de ellos, las superficies próximas y claramente diferenciadas entre sí por su color, estructura, etc., aparecen de tamaños distintos a los que en realidad tienen. Esto es de un valor enorme cuando el piloto se ve obligado a realizar un aterrizaje forzoso en un lugar adecuado, pero cuyas dimensiones no conoce previamente.

III) Cuando se vuela normalmente y antes de alcanzar una determinada cota, el piloto tiene la impresión de que el aparato tiende a picar. A medida que va tomando altura, siente como si el aparato se encabritase. Pasados los 3.000 metros, estos fenómenos desaparecen. Esta sensación errónea se debe a la percepción del *movimiento aparente de la línea del horizonte*, cuya verdadera posición en relación al aparato se modifica a medida que se eleva en el espacio. Este error en la apreciación de la altura desaparece con la experiencia de vuelo; en cualquier caso, el altímetro resuelve el problema.

Para explicar este hecho se han emitido diversas teorías. Para unos, sería la consecuencia de fluctuaciones tónicas en los músculos oculomotores; para otros,

sería solamente efecto de la perspectiva; por último, hay quien piensa que la situación psíquica del piloto no sería ajena al fenómeno.

IV) Desde los estudios de Binet y Beyne, se ha comprobado que en muchos casos *la agudeza visual y el campo visual aumentan* durante el vuelo en alta cota. Comprobaciones experimentales hechas por Wilmer en la cámara de baja presión, han permitido confirmar que en el 12 por 100 de los casos existía tal aumento. Es fácil explicar este hecho en los sujetos en los que previamente existe una dificultad que merma la agudeza; tal es el caso de la miopía acomodativa, que, según Wilmer, desaparece al relajarse la acomodación. En otros casos, la ambliopía tóxica quedaría mitigada por la hiperemia de la altura, y más prontamente si la toxicosis alcohólica o tabáquica había afectado los septum del nervio óptico, que si había degenerado las pro-



*Estudio de las reacciones psico-fisiológicas en la cámara de baja presión.*

pias fibras nerviosas (Samelshon). También contribuyen a elevar la agudeza y a ensanchar el campo visual la nitidez de la atmósfera en la alta cota, la ausencia de excitaciones distrayentes, etc. En general, se admite que la hiperemia de coroides y de la corteza occipital son la causa principal del aumento visual que nos ocupa.

Ahora bien: en relación con los trabajos de Cajal y Dogiel sobre la estructura nerviosa de la retina, y en relación con las experiencias de von Hippel, Weigert

y Kaijser acerca de la acción sobre las corrientes del nervio óptico, de la estircnina aplicada en la retina, se puede establecer una nueva hipótesis que explique el aumento de la agudeza y del campo durante el vuelo en alta cota. Es sabido, desde los clásicos trabajos de Sherrington, que la estircnina anula fisiológicamente los elementos sinápticos neuronales, es decir, suprime la resistencia sináptica al paso de la corriente nerviosa. Por otra parte, la histología normal de la retina muestra a las células amacrinas extenderse transversalmente entre las células bipolares y las ganglionares, de modo que el proceso excitador de una bipolar se difunde alrededor del punto estimulado, alcanzando muchas células ganglionares. De esta forma la estircnina, aplicada "in loco", aumenta la agudeza visual y ensancha el campo.

Un estado emocional del piloto, un tono especial neurovegetativo, una hiper o disfunción pluriglandular pasajera, etc., pueden provocar una excitabilidad nerviosa, capaz de establecer en las corrientes de acción de la retina al nervio óptico un efecto similar al conseguido experimentalmente con la aplicación local de estircnina; es decir, que esta excitabilidad nerviosa puede suprimir las resistencias sinápticas y aumentar la difusión de la corriente retiniana a través de las células ganglionares, cuyos cilindro-ejes forman el nervio óptico. Para Velhagen, esta excitabilidad es un hecho constante, cuyo agente causal sería el rápido aprovisionamiento de oxígeno tras un período precedente de anoxemia.

V) Trabajando en la cámara de baja presión, Fischer y Jongbloed han comprobado que *la adaptación a la oscuridad se halla retrasada* en los parajes de alta cota. Dos factores intervienen en esta adaptación: uno intrínseco, común a todos los sujetos, y otro extrínseco, privativo del piloto en vuelo.

El factor intrínseco es *la vitamina A*; en efecto, el acto luminoso se lleva a cabo, descomponiéndose la rodopsina en retineno y vitamina A por la acción de la luz. En la oscuridad, y si la dosis de vitamina es suficiente, se verifica la resíntesis de la púrpura visual, uniéndose aquélla con el retineno no consumido; de esta forma, al haber nuevamente sustancia fotosensible, puede reanudarse el acto visual. Pero si la vitamina A, por la razón que sea, es insuficiente, la rodopsina no puede sintetizarse con la rapidez necesaria, y de ahí la lentitud en adaptarse a la oscuridad; esta adaptación llega normalmente al máximo a los treinta minutos. Tal es el cuadro de la *hemeralopia genuina*.

Modernamente, la *teoría de la duplicidad*, en lo que se refiere a la función de los conos y bastones, es admitida por casi todos los autores. La rodopsina sólo se halla en los bastones, que precisamente faltan en la mácula o punto de la visión distinta; en cambio, en ésta sólo existen conos que no llevan púrpura visual. Esto parece indicar que la visión indistinta propia de la zona excéntrica de la retina, se debe a los bastones; es la llamada *visión escotópica* o con poca luz. Mientras que la visión neta de las cosas se hace con la mácula llena de conos; es la *visión fotópica* o con mucha luz. En apoyo de esta tesis vienen los estudios de histología comparada llevados a cabo por Kölliker. Se deduce de todo

esto que en la adaptación a la oscuridad (visión escotópica o con poca luz), interviene primordialmente la dosis de vitamina A existente, como parte integrante de la rodopsina de los bastones.

El factor extrínseco, que en el piloto interviene en la adaptación a la oscuridad, es la *hipoxemia* de las capas altas de la atmósfera. Este déficit de O<sub>2</sub> interviene: bien directamente perturbando los cambios oxidativos de la retina, que perturbarían la formación de la púrpura visual, o bien indirectamente provocando fenómenos vasomotores, que acarrearán disturbios nutritivos del ojo. Interesa hacer constar que una inspiración profunda agrava el estado hipoxémico, pues las inspiraciones fuertes producen un mayor acarreo de sangre de la cabeza al tórax, con lo que no hacemos otra cosa que aumentar la falta de riego cerebral y ocular ya existente.

VI) El *sentido cromático* también sufre alteraciones por la influencia de la altura. Velhagen y Wischniewski atribuyen el cambio de las percepciones cromáticas a la hipoxemia. Han comprobado mediante el anomaloscopio de Nagel y operando en cámara de baja presión, que individuos tricrómatas normales se hacen deuteronopas o protanopas. Velhagen llama a esto *astenopia cromática anoxémica*. Por su parte, Baertschi ha hecho investigaciones a bordo de aviones, volando a diferentes alturas; casi siempre ha comprobado que en la alta cota el color azul se cambia lentamente en verde, y viceversa. Para él, este fenómeno es debido a ciertos disturbios en la circulación retiniana.

Según Manzanedo, a los *daltónicos* se les puede admitir en aeronáutica después de haber comprobado que los enmascaramientos por colores son descubiertos en su totalidad por estos sujetos, al paso que sólo el 25 por 100 de tales enmascaramientos son vistos por el tricrómata normal. Esto se explica si se tiene en cuenta que en las tablas pseudoisocromáticas de Stilling los colores de confusión están representados por puntos o manchas irregulares: los de un color forman el fondo, y los de otro, una cifra (Fuchs). El daltónico se diagnostica precisamente porque ve cifras que no distingue el tricrómata.

#### INFLUENCIA DE LA VELOCIDAD

Varios son los trastornos que para el ojo se derivan de la velocidad de los modernos aparatos de navegación aérea. Sobre todo cuando se realizan rápidos virajes y otras acrobacias, el incremento de la aceleración determina el aumento del peso específico de la sangre, que puede conducir a la amaurosis total, e incluso a la pérdida de la conciencia.

I) En la deambulación ordinaria o en las pequeñas velocidades, el hombre distingue perfectamente todos los objetos que le rodean. Lo mismo sucede si permaneciendo quieto el individuo los objetos del exterior desfilan ante él con moderada velocidad. Si la rapidez de traslación aumenta, la visión se torna indistinta y poco precisa. Esto se debe al fenómeno de la *persistencia de las imágenes en la retina*. En efecto, si las imágenes se suceden con intervalos superiores a 1/10

por segundo, dan sensaciones continuas, perdiendo así la imagen en nitidez. Este límite representa el *índice de la velocidad de reacción*. Según Ovio, en las aves se producen sensaciones separadas, aun desfilando las imágenes a intervalos de 1/70 de segundo; de ahí que vean perfectamente aun a grandes velocidades y puedan sortear los obstáculos y coger sus presas.

II) Las fuertes velocidades determinan un aumento de la aceleración, que especialmente en el vuelo acrobático ejerce marcada influencia en el ojo. Es sabido que la aceleración que sufre un cuerpo al caer libremente en el espacio es de 9,82 minutos por segundo; esta aceleración tomada como unidad se la designa por "g". Al decir que un piloto está sometido a 4 ó 6 g., queremos decir que está sometido a una fuerza centrífuga equivalente a cuatro o seis veces el peso del cuerpo. De los estudios experimentales en la cámara de baja presión y a bordo de aviones de todos los tipos, se deduce claramente que *los disturbios más importantes que ponen un límite de tolerancia a la aceleración, son los disturbios circulatorios, esencialmente debidos al aumento de peso específico de la sangre*. Cuando la aceleración pasa de 4 g., la fuerza centrífuga no permite una distribución justa de la sangre en el cuerpo, y según la posición de éste así se aprecian signos de anemia o hiperemia cerebral, que repercuten en la circulación sanguínea del ojo.

Cuando un piloto realiza un "looping" normal, o en la salida de un "picado", la sangre se desplaza a las extremidades inferiores, provocando en ellas un aumento del peso específico del líquido circulante y sufriendo el cuerpo una presión centrífuga de varios g. Cuando ésta alcanza 3 ó 4, se instaura la anemia cerebral y retiniana, con oscurecimiento progresivo de la visión, que llega a la amaurosis total; es la *visión negra* de los aviadores. A los pocos segundos de cesar la causa cesa el efecto isquémico, y la visión se recupera totalmente. Por el contrario, en la práctica de un "toneau", una "barrera" o un "looping" invertido, la sangre se desliza hacia la extremidad cefálica, sobreviniendo una hiperemia retiniana que se traduce por la llamada *visión roja* de los aviadores (Diringshoffen). La resistencia a la pérdida de la visión con las aceleraciones varía en un mismo día, según las condiciones psíquicas del sujeto, fatiga corporal, estado emocional, etc. Desde luego, aceleraciones fuertes hasta de 16 g. durante un plazo de tiempo mínimo (un segundo), se toleran mejor que otras aceleraciones menores, obrando durante más tiempo; por ejemplo, aceleraciones de 6 g. actuando durante quince segundos.

El mecanismo íntimo, tanto de la visión roja como de la visión negra, no se conoce hoy satisfactoriamente. Por lo que a la visión roja se refiere, parece ser debido a pequeñas hemorragias capilares en la corteza occipital y en la retina. En cuanto a la génesis de la visión negra, cree Levingston que no es una interrupción total de la circulación retiniana por efecto del aumento pasajero de la tensión ocular, sino que se debe a una discreta moderación del riego sanguíneo de las membranas internas del ojo. Afirma, por último, que la aceleración obra de manera distinta según la orientación de cada tronco vascular en el fondo del ojo. Qui-



z4 la visión negra pudiera corregirse, a pesar de la aceleración, administrando CO<sub>2</sub>, que aumentaría la presión sanguínea, por incremento de la secreción de adrenalina. Según Colajanni, la amaurosis fugaz puede localizarse en un ojo solamente.

También la *aceleración negativa* que supone la parada brusca al abrirse el paracaídas en la caída libre del piloto, determina trastornos oculares. A este respecto, cita Nebbelt un caso de desprendimiento de retina en un rápido descenso de paracaídas, de 15.000 a 8.000 pies.

El aumento del peso específico de la sangre conduce a variaciones de la presión respecto a la normal en todos aquellos territorios del cuerpo que se hallan a nivel distinto del corazón. Si suponemos que el distrito circulatorio que preside la irrigación cerebral está a 25 centímetros del corazón y que la presión media aórtica es de 100 mm. de mercurio, esta misma será la presión en el cerebro en un sujeto colocado horizontalmente. Pero si el individuo está sentado y la presión aórtica sigue siendo de 100 mm. de Hg., esta presión vascular en el cerebro será de 20 mm. menos, o sea equivaldrá a 80 mm. de Hg. (Margaria). En la retina, cuyo nivel con respecto al cerebro es el mismo, la presión hidrostática será igual; pero hay que tener en cuenta que en el interior del globo la presión asciende a unos 12 mm. de Hg.; de modo que la sangre se encontrará en los vasos retinianos con una presión de  $80 - 12 = 68$  mm., que por lo demás resulta superior a la presión endocular.

Si los valores de la *aceleración positiva* aumentan, la presión arterial en los vasos desciende; así, con 2 g., la presión arterial en la retina es de 48 mm. de mercurio; con 3 g., es de 28 mm.; con 4 g., es de 8, y con 5 g., es ya de  $-12$  mm. de Hg. Se ve, pues, que la aceleración positiva conduce a una deficiencia en la circulación, y por consiguiente, en la oxigenación de los distritos cefálicos. De ahí que los pilotos, en las fuertes aceleraciones y para aminorar el desnivel entre el corazón y la cabeza, flexionan el tronco sobre las extremidades inferiores, o adoptan la posición decúbito prona, y así la isquemia cerebral y ocular se reduce al mínimo. En la actualidad se ensayan dispositivos en las cabinas de ciertos tipos de avión para que el piloto pueda ir echado paralelamente al eje del aparato, haciendo compatible esta postura con las necesidades del pilotaje.

III) Cuando nuestro cuerpo se mueve pasivamente y fijamos un objeto en reposo, tenemos la sensación de que este objeto se mueve en sentido opuesto a nuestro desplazamiento, sin que nos demos cuenta de nuestro propio movimiento. Se trata de una transmisión subjetiva de nuestro desplazamiento al medio ambiente. Pues bien: en determinadas condiciones de vuelo, los pilotos están sujetos a esta *sensación de movimiento aparente*. Así, al realizar un "looping", el piloto tiene la impresión de que el cielo y la tierra giran en sentido opuesto al suyo; de modo que cuando se encuentra con la cabeza hacia abajo le parece que el cielo está abajo y la tierra arriba. Es decir, que sufre una desorientación espacial, acompañada a veces de náuseas y vómitos. Estas sensaciones erróneas llegan a desapare-

cer con la práctica del vuelo, y también fijándose en un punto determinado del avión (extremo del ala, por ejemplo); de esta forma llega a percibir el movimiento real del aparato, al que se halla unido su propio cuerpo formando un todo único.

La sensación de movimiento aparente la ha estudiado Fischer en la llamada rueda giratoria óptica. Hace sentar al sujeto en una silla giratoria situada en el centro de un cilindro inmóvil de eje mayor vertical, cuya superficie interior está pintada con franjas verticales alternativamente negras y blancas. Al girar la silla, y cuando ha dado un determinado número de vueltas, el sujeto tiene la impresión de que el cilindro gira en sentido opuesto al suyo, creyendo que él está quieto. Si en estas condiciones el individuo fija con la mirada un dedo colocado entre él y las franjas, entonces adquiere la certeza del movimiento de su propio cuerpo en la dirección primitiva, creyendo quieto el cilindro. Si se invierte la experiencia, haciendo girar el cilindro y dejando quieta la silla, entonces cree que lo que gira es su cuerpo y lo que está quieto es el cilindro.

Como se ve, en la experiencia de Fischer se dan condiciones muy parecidas a las llevadas a cabo por Barany y Brunner en la investigación del *nistagmo optocinético*. Ahora bien: cuando se practica un "looping" y mira el piloto los objetos fijos del suelo o cielo (nubes), no se observa nunca el nistagmo y sí heteroforias diversas y en grado diferente, sobre todo endoforias y exoforias. Gamelli explica la ausencia del nistagmo en estos casos porque la velocidad de giro del aparato en el "looping" es menor que la de la silla en la experiencia de Fischer, y además porque el piloto en vuelo puede mirar en lontananza y suprimir con ello la fijación próxima, que tanto contribuye a desencadenar un nistagmo latente.

#### INFLUENCIA DE LA LUZ

El espectro visible que va del rojo al violeta corresponde a vibraciones cuya longitud de onda oscila entre 800 y 380 milimicras. Por debajo de las radiaciones rojas se encuentran las térmicas y las eléctricas, de longitud de onda mucho mayor. Por encima de los violeta se hallan los ultravioleta, de efectos esencialmente químicos y abióticos. Prácticamente, las radiaciones solares pueden dividirse en tres grupos:

Primero. Radiaciones térmicas, que comprenden el rojo e infrarrojo.

Segundo. Radiaciones luminosas, o sea los rayos amarillos, anaranjado y verde.

Tercero. Radiaciones químicas, que abarca los rayos violeta y ultravioleta.

Las *radiaciones térmicas* o infrarrojas son, en su mayor parte, absorbidas por los medios transparentes del ojo, como la córnea, acuoso y vítreo; la parte de ellas que llega al fondo del ojo es absorbida asimismo por las células pigmentarias de coroides y retina, en las que producen una cromatolisis nuclear, quedando el pigmento repartido por el protoplasma. Las *radiaciones ultravioleta* son, en su mayor parte, detenidas por el cristalino; de ahí que los ojos áfacos estén menos prote-

gidos contra este tipo de radiaciones que los ojos normales. A tal extremo, que se ha tratado de establecer una relación inversa entre la degeneración macular senil y la catarata de los viejos. Finalmente, sólo las radiaciones medias del espectro llegan plenamente a las células de conos y bastones de la retina.

I) Cuando las radiaciones visibles pasan de cierta intensidad, sobreviene el *deslumbramiento*. Este, en los casos leves, se manifiesta por un escotoma central transitorio, positivo o negativo, que reproduce la forma de la fuente luminosa que lo ha producido. En los casos graves, el escotoma es persistente y el examen oftalmoscópico denota en la región macular pequeñas manchas puntiformes amarillentas con alguna hemorragia. En los aviadores el deslumbramiento puede ser debido a la acción prolongada de la luz solar difusa, que de manera indirecta llega al ojo; tal es el caso de la luz reflejada en las nubes o en un terreno cubierto de nieve. Cita Lucrezi el caso de que los pilotos europeos que vuelan en el trópico presentan un escotoma central anular, a consecuencia del deslumbramiento indirecto. También puede producirse por acción directa de la luz intensa, al marchar en vuelo bajo contra el sol, o cuando se entra en el haz luminoso de un reflector, o, en fin, cuando se aterriza de noche en un campo profusamente iluminado.

Según Zade, el deslumbramiento de los pilotos no sigue la misma marcha que el deslumbramiento ordinario. Se inicia a las tres semanas aproximadamente de la práctica de vuelo; comienza en el lado temporal, alcanza la forma anular perimacular y se reduce gradualmente hasta desaparecer en cuanto el piloto abandona el vuelo o usa las gafas protectoras. El deslumbramiento y la hemeralopia tienen una génesis común; el deslumbramiento por una luminosidad fuerte se debe a una descomposición masiva de la rodopsina acumulada durante la oscuridad o en la iluminación débil. La hemeralopia es consecuencia de la escasez de vitamina A, que dificulta, igual que en el caso anterior, la resíntesis de la púrpura visual.

La acción de la luz ultravioleta del espectro sobre el ojo merece especial mención. Los rayos actínicos provocan sobre la piel del párpado eritemas, blefaritis, conjuntivitis, e incluso queratitis e iridociclitis. Si la acción es persistente, a estos efectos sobre el polo anterior ocular se agregan otros, tales como deslumbramiento, astenopia acomodativa e insuficiencia de la convergencia; todos estos trastornos son fugaces. Colajanni habla de un caso de miopía aguda en un piloto que durante varias horas había volado bajo, sobre el mar, en dirección al sol naciente y recibiendo la luz reflejada en la superficie del agua. La miopía se acompañó de ligera conjuntivitis y edema de párpado. Puede explicarse esta miopía por una vasodilatación a nivel del cuerpo ciliar, que al relajarse la zónula aumenta la curvatura del cristalino. Se trata probablemente de la misma etiopatogenia invocada para explicar las miopías tóxicas y traumáticas.

II) Ha descrito Elliot con el nombre de *astenopia a la luz deslumbrante* una serie de disturbios producidos al volar en zonas tropicales o muy calurosas y sobre territorios desérticos privados de agua y vegetación. Los síntomas más llamativos son: cefalea frontal y occipital, lagrimeo, fotofobia y escozor ocular. Objetivamente, no se aprecia más que ligera hiperemia conjuntival. Rippon ha agregado a este cuadro insuficiencia para la acomodación y convergencia, y Levington insiste en la existencia de una disminución concéntrica del campo visual para el blanco y los colores, así como un ligero escotoma anular. El dolor ocular que acompaña a estos síntomas lo explica Elliot por la miosis intensa que se produce, en virtud de la cual se estiran los filetes nerviosos del plexo iridiano. En realidad, no hay fotofobia verdadera, sino heliofobia, siendo probable que, según Sherfeld, sea efecto de una alergia a la luz, semejante a la urticaria lumínica.

En los aspirantes a piloto ha estudiado Perrin el *coeficiente de resistencia al deslumbramiento* valiéndose de un "sol artificial" de 900 bujías. A cinco metros del foco y frente a él, coloca al sujeto. Al lado del foco deslumbrante hay una escala de Wecker iluminada de forma constante y moderada. Al cabo de cierto tiempo de permanencia ante el foco, se hace leer a los experimentados los tipos de la escala. Por lo general, todos alcanzan a leer entre un entero y 5/10; tan sólo en un 2 por 100 de los casos los examinados no llegaron a 5/50.

En los modernos medios de navegación aérea, con los equipos y cabinas dotados de calefacción eléctrica es poca la acción que sobre el piloto ejerce el frío de la alta cota y el viento en las fuertes velocidades del picado. Los efectos de estos agentes en el ojo se reducen a lagrimeo e hiperemia conjuntival. Si la temperatura descende en el interior del aparato a  $-25^{\circ}$  puede llegar a suprimirse el lagrimeo por insensibilidad refleja de la córnea (Comba); se aprecia entonces un ligero enturbiamiento de la superficie anterior corneal semejante al producido por la instilación de cocaína.

#### BIBLIOGRAFIA

- BINET ET BOCHET: *Presse Medicale*. París, 1938.  
 COLAJANNI: *Annali d'Oft. e Clin. Ocul.* 1931.  
 — *Rivista di Med. Aer.* 1940.  
 — *Trattato di Med. Aer.*, tomo I. Roma, 1942.  
 DUKE-ELDER: *Brit. Jour. Ophtalm.* 1926.  
 — *Recientes adquisiciones en Oft.* 1930.  
 ESTEBAN: *Las Func. Vis. en Aer.* Madrid, 1941.  
 HÖBER: *Tratado de Fisiología Humana*. 1941.  
 LEVINGTON: *British Jour. Surgery*. Julio 1939. Londres.  
 MATA MANZANEDO: REVISTA DE AERON. Abril 1943. Madrid.  
 NÓVOA SANTOS: *Patología Postural*. Madrid, 1934.  
 PESCADOR: *Comunic. a la Acad. de Med. Aer.* Madrid, 1940.  
 — *Medicina Aeron.*, tomo I. Madrid, 1941.  
 VELHAGEN: *Klin. Mon. Augenheilkunde*. Berlín, 1936.  
 WEISEHOEFER: *Luftfahrtmedizin*. Abril 1940. Berlín.