



# Aeronáutica

## Algunas consideraciones sobre Medicina aeronáutica de utilidad para los aviadores

Por MARIANO PUIG QUERO,

Coronel Médico del Cuerpo de Sanidad del Aire, Director del Instituto de Medicina Aeronáutica de Madrid.

### ALTERACIONES ORGANICAS PRODUCIDAS POR EL VUELO

Hemos de hacer la previa afirmación de que este trabajo no va encaminado a profesionales de la Medicina, sino más bien a todo aquel personal volante que sin ser médico haya de estar sometido a la influencia del vuelo y, por tanto, sea conveniente conozca las alteraciones que éste produce en el organismo.

Por ello, el procedimiento expositivo se adapta a las características formativas de conocimientos del personal a quien va destinado.

De habernos tenido que dirigir a médicos, seguramente hubiéramos emprendido otro rumbo, o tal vez no nos hubiéramos atrevido ni a iniciarlo, ya que hubiera parecido osadía y audacia imperdonable en quien por tantos motivos está muy lejos de aspirar a enseñar nada de nada, y mucho más en materias tan complejas como las de la Medicina aeronáutica, de las que tan valiosos trabajos se han publicado y tan meritorios volúmenes se han escrito. Basta la lectura de éstos para percatarse de la trascendencia de su contenido, y a ellos estimamos debe dirigirse el profesional médico a quien interesen estas materias o que por obligación deba conocerlas.

Mas no es éste nuestro caso: se trata tan sólo de una divulgación o enseñanza entre el personal volante, y, por tanto, ya nos consideramos en más holgada posición para dirigirnos a quienes en su propio interés y espíritu de observación y defensa personal, sabrán calar profundamente en nuestras intenciones y enjuiciar debidamente nuestros propósitos.

A tal fin, vamos a dividir este trabajo en tres partes:

- 1.<sup>a</sup> Alteraciones que el vuelo produce en el organismo.
- 2.<sup>a</sup> Manera de apreciarlas.
- 3.<sup>a</sup> Manera de evitarlas.

Mas antes de entrar en la descripción de cada una de las tres partes que acabamos de mencionar, debemos indicar que los factores determinantes de alteraciones orgánicas por el vuelo son fundamentalmente dos: aquellos que dependen de la altura y aquellos que se relacionan directamente con el movimiento del avión.

Los derivados de la altura pueden, a su vez, dividirse en trastornos originados por la disminución de la presión atmosférica (hipopresión) y trastornos originados por la modificación cuantitativa que la altura produce en la composición química del aire, y especialmente del elemento oxígeno, fundamental para la respiración (anoxemia).

En cuanto a las causas derivadas del movimiento del avión, debemos mencionar aquellas que se producen al incrementar o disminuir súbitamente la velocidad del aparato (aceleraciones en sus dos modalidades positivas y negativas), y aquellas otras que se derivan del cambio de posición más o menos violento del plano de vuelo (alteraciones del equilibrio).

Existen, además, otra serie de causas de alteración orgánica producida por el vuelo, y son todas aquellas derivadas de la temperatura, humedad y electricidad atmosférica, y más aún de la radiación luminosa. Baste mencionarlas solamente en este trabajo de

divulgación, ya que, sin dejar de tener su importancia y merecer se las preste la debida e indispensable atención, constituyen, sin embargo, factores secundarios al lado de las que antes mencionamos como fundamentales; y su previsión o corrección requiere medios menos complejos que los anteriores.

Mas una vez someramente descritas las causas o etiología de las alteraciones orgánicas producidas por el vuelo, volvamos al punto de partida, o sea a la clasificación que antes hemos hecho.

## I. ALTERACIONES QUE EL VUELO PRODUCE EN EL ORGANISMO

Debemos partir de la base de que el todo orgánico participa en el vuelo en su total integridad, y, por tanto, las reacciones aisladas que nosotros podamos apreciar en cada uno de los aparatos y órganos de la economía humana, no reflejan su personalidad aislada, sino más bien la resultante de la reacción total del complejo orgánico.

Mas no por ello debemos nosotros renunciar a un estudio y observación la más completa posible de estas individualidades orgánicas, haciendo la salvedad que antes mencionamos.

El aparato respiratorio experimenta alteraciones durante el vuelo, debidas fundamentalmente a los factores derivados de la altura (hipopresión e hipoxemia), y el organismo se defiende de ellas acelerando el ritmo respiratorio con el fin de llevar al pulmón la conveniente cantidad de aire que proporcione el oxígeno necesario, y cada vez menos abundante a medida que se va ganando altura; este aumento de los movimientos respiratorios, unas veces adquiere el ritmo normal e isócrono de la respiración fisiológica; otras veces, en cambio, adquiere un ritmo irregular, y esta irregularidad del ritmo respiratorio va en rápido aumento a medida que la altura es mayor, y si no se ponen rápidamente en práctica las adecuadas e indispensables medidas, hasta llegar a la total desorganización del ritmo respiratorio, que se traduce en la parada súbita de la respiración y el correspondiente síncope respiratorio.

Este trastorno de la motilidad respiratoria, cuyo mecanismo íntimo no hemos de describir ahora, por considerarlo impropio de este lugar, es acaso el más importante de los trastornos respiratorios del vuelo, mas no el único; pero como en su relación con los que en el aparato circulatorio se producen por el vuelo, existe tan estrecha unión que casi no es posible separarlos de éstos, preferimos analizarlos dentro del grupo de los trastornos circulatorios, como vamos a hacer inmediatamente.

Los trastornos circulatorios del vuelo son múltiples y variados, dada la complejidad y difusión orgánica del aparato circulatorio.

Sabemos que en el aparato circulatorio podemos estudiar dos elementos fundamentales: un continente, compuesto del corazón y vasos, y un contenido que es la sangre. Continente y contenido experimentan alteraciones por el vuelo. Veamos cuáles son éstas.

**Corazón.**—Tanto los factores derivados de la altura como los derivados del movimiento y posición del avión, producen alteraciones cardíacas que se manifiestan apreciablemente a la exploración en sus distintos procedimientos; así, tenemos que la hipopresión y la hiposhemia determinan un aumento de volumen cardíaco a expensas fundamentalmente de la masa ventricular; las aceleraciones aumentan considerablemente el poder contráctil de la fibra cardíaca, hasta que, agotado su dintel de reservas de energía, se produce una relajación súbita en diástole.

**Vasos.**—El elemento vascular del aparato circulatorio también experimenta modificaciones por el vuelo, en el sentido de un aumento o disminución de su calibre y, por tanto, de una mayor o menor circulación de su contenido, el cual, dada su esencialísima función vital, producirá en los distintos órganos y territorios orgánicos por donde se diseminan los vasos, las alteraciones funcionales y orgánicas anejas a este mayor o menor aflujo sanguíneo, determinadas por estas variaciones de calibre de los vasos, anemias o hiperemias de origen cuantitativamente vascular, que no habremos de confundir con aquellas otras de origen exclusivamente hemático que también son producidas por el vuelo.

Mencionemos someramente las hiperemias o congestiones que en pulmón, cerebro y ojo producen las hipopresiones, con sus manifestaciones hemorrágicas o de éxtasis vascular, y que en algunos sujetos especialmente lábiles vasculares se pueden extender al aparato digestivo y al resto del organismo, incluso a la circulación superficial.

Señalemos los trastornos que las aceleraciones determinan en los vasos en forma de isquemias (contracciones) o hiperemias (dilataciones) activas o pasivas.

En cuanto a la sangre, el vuelo produce alteraciones, derivadas o de modificaciones en su composición cualitativa y cuantitativa, o de su distribución, o de modificaciones en la química y fisiología de sus componentes.

Sabemos que la reacción orgánica a la altura se manifiesta en forma de una llamada poliglobulia o aumento de los elementos celulares de la sangre, principalmente de los glóbulos rojos o hematias; y esta poliglobulia, que en los individuos que viven normalmente en zonas montañosas elevadas es un factor normal y constante, en el vuelo es un elemento resultante de sus vicisitudes y exclusivamente episódico, como lo son las circunstancias del mismo; vemos en ello una reacción de defensa orgánica, movilizandolos sus reservas de hematias para captar la mayor cantidad de oxígeno posible, ya que éste va disminuyendo en el aire a medida que se aumenta la altura.

Pero también los restantes elementos celulares de la sangre son aumentados por el mismo mecanismo regulador de la altura; así vemos que hay aumento de glóbulos blancos (leucocitos) y de plaquetas, con un aumento, por tanto, del poder coagulante de la misma.

En cuanto a la composición química del plasma sanguíneo, también apreciamos modificaciones produ-

cidas por el incremento de materiales de desecho vertidos en la sangre en una actividad orgánica tan intensa como es la del vuelo.

Los trastornos mecánicos originados por la anormal distribución de la sangre como consecuencia de las modificaciones de velocidad del avión, tienen mucha importancia y merecen nos detengamos unos momentos a comentarlos.

Sabemos que el aviador instalado convenientemente en su puesto en el avión, forma parte mecánicamente de la masa total del mismo y, por tanto, queda sometido a las mismas fuerzas que regulan el desplazamiento del aparato, y de éstas, fundamentalmente, a la inercia. Si un avión aumenta su velocidad gradual y progresivamente hasta alcanzar la máxima en un tiempo determinado, y luego va disminuyendo también de velocidad de una manera gradual y progresiva, la inercia no se manifiesta en forma apreciable ni en la masa total ni en los componentes parciales del mismo, ya que, formándose un todo compacto, todo el movimiento se transmite por igual a toda la masa. Mas si el avión súbitamente de un régimen de velocidad determinada pasa a una mucho mayor o mucho menor, entonces la inercia afecta de una manera ostensible y manifiesta no sólo a la masa total del aparato, sino también a sus componentes parciales, y ya hemos dicho antes que en este caso el cuerpo del aviador puede considerarse uno de ellos; estos movimientos bruscos de aumento o disminución de velocidad, conocidos por el nombre de aceleraciones de signo positivo o negativo, según su sentido, dentro del organismo del aviador actúan principalmente sobre aquellos órganos o elementos que normalmente están dotados de cierta movilidad o tienen libertad absoluta de movimientos, como sucede con la sangre dentro del aparato circulatorio, determinándose una irregular distribución de la misma según el signo de la aceleración y según los órganos o territorios orgánicos; así vemos que se pueden producir hiperemias o anemias con las correspondientes alteraciones funcionales, que son de más o menos intensidad y trascendencia según la importancia fisiológica o vital de los órganos en que se produzcan; mencionemos tan sólo como ejemplos los trastornos de visión motivados por las aceleraciones, que se traducen en las conocidas visión roja o visión negra; recordemos los trastornos vasculares de la circulación periférica en forma de isquemias y palideces cutáneas o en forma de equimosis, sufusiones y hasta verdaderas hemorragias de piel; señalemos la frecuencia de hemorragias de mucosas conjuntival respiratoria o digestiva que producen las aceleraciones; tengamos también muy en cuenta los trastornos de hiperemia o anemia encefálica que por el mismo motivo se producen y la consiguiente pérdida del conocimiento, y dediquemos también nuestra atención a la sobrecarga de trabajo cardíaco en las aceleraciones por agolpamiento súbito de sangre sobre el corazón y consiguiente aumento del peso de la misma según el número de unidades de gravedad que produzca la aceleración, hasta hacerla tomar un peso específico análogo al del hierro, o el latido cardíaco en vacío, que se produce cuando una aceleración de forma centrífuga da lugar a una

verdadera huida o brusco desplazamiento sanguíneo hacia la periferia.

Con todo lo anteriormente expuesto habríamos terminado esta parte de nuestro trabajo si deliberadamente no hubiéramos dejado para el final ocuparnos de la sangre como vector del oxígeno, importantísima función tan íntimamente relacionada con la respiratoria, que por eso, al ocuparnos antes de ésta, señaláramos sus estrechas relaciones y la conveniencia de unificar su estudio en algunos momentos.

Componente normal del aire, el oxígeno, en su proporción del 21 por 100, pasa a la sangre a través del aparato respiratorio en aquel conocido ritmo y mecanismo respiratorio regulado por los movimientos de pulmones y caja torácica y dosificado según la capacidad respiratoria de cada individuo (capacidad vital) y la distinta distribución del aire en los pulmones en aire respiratorio normal, aire de reserva, aire residual; pues bien: una vez el aire en el alvéolo pulmonar y puesto en contacto con la sangre a través de la capa endotelial del mismo, este aire pasa a la sangre en parte y a su vez la sangre le devuelve sus residuos de combustión; el oxígeno se disuelve en parte en el plasma y otra parte es absorbida por los glóbulos rojos, y ya en circulación es llevado a la intimidad de los tejidos, donde se verifica la verdadera función respiratoria; y naturalmente, a menor proporción en el oxígeno del aire inspirado, habrá una mayor carencia de éste en la sangre circulante y en su llegada a los tejidos y centros vitales, manifestándose esta carencia por los correspondientes trastornos, conocidos con el nombre de hipoxemia, de tan distinta y variada naturaleza o intensidad, que pueden oscilar entre las perturbaciones ligeras que se presentan en las alturas moderadas, hasta las graves y mortales que producen las grandes alturas, si no se ponen rápidamente en práctica las adecuadas medidas de protección.

El aparato digestivo también experimenta múltiples trastornos por el vuelo, que se manifiestan en sus distintos tramos; así, por ejemplo, señalemos los recientes estudios sobre alteraciones dentarias, y fundamentalmente en aquellas piezas dentarias que afectadas de caries han sido tratadas por obturaciones y prótesis; en el estómago, tanto su motilidad como su quimismo, sufren grandes alteraciones; así vemos las frecuentes mermas en el quimismo gástrico y sus correspondientes trastornos digestivos; las grandes dilataciones del fondo del estómago debidas a la expansión de los gases contenidos en el estómago en la llamada cámara de gases, y su correspondiente trastorno cardíaco por la compresión del corazón a través del diafragma por la gran cámara de gases que se produce en la altura; señalemos también los trastornos de motilidad gástrica en forma de crisis de retención por pilorospasmo. En el intestino también se manifiestan trastornos del quimismo y de motilidad y dilatación muy semejantes a los mencionados en estómago, y tanto los de una como los de otra parte del aparato digestivo forman el conocido síndrome de dispepsia del aviador; igualmente el sistema glandular anejo al aparato digestivo merece ser mencionado, especialmente el hígado; esta víscera, cuyas múltiples funciones, unas ligadas directamente a las digestivas y otras relacionadas

con otros aspectos de la vida orgánica, no permanece indiferente al vuelo, y así vemos que por lo que a su función digestiva se refiere, hay una disminución de la secreción biliar y una menos frecuente descarga de bilis en el intestino, lo que podría contribuir en parte al estreñimiento y dispepsia de que antes hablamos; en cuanto a las restantes funciones hepáticas, la antitóxica también disminuye, y en cambio, la glucogénica está aumentada considerablemente, ya que sabemos el papel de reservorio de glucógeno que tiene el hígado y la gran movilización del glucógeno hepático que produce el vuelo, dado el gran papel activador de este elemento en las combustiones orgánicas.



*Evacuación de heridos en avión.*

El aparato urinario en sus distintos tramos y funciones también se afecta de una manera sensible por el vuelo.

Órgano eminentemente vascular y glandular, el riñón, elemento principal del aparato urinario, aumenta su función en sus distintos componentes, lo cual se traduce en una mayor formación de orina y en una composición de ésta más abundante en elementos nitrogenados, como producto de una eliminación acelerada por causa de un mayor desgaste orgánico.

Igual sucede con las cápsulas suprarrenales, cuyo

principal elemento, la adrenalina, juega papel fundamental en el tono orgánico general, y particularmente en el circulatorio.

El sistema nervioso del aviador es grandemente afectado por el vuelo, tanto en lo que a la altura como a los movimientos del avión se refiere, y su estudio está íntimamente relacionado con el de los trastornos circulatorios, ya que el sistema nervioso es obligado subsidiario del circulatorio y sin cuya cooperación íntima no puede funcionar.

Entre los múltiples aspectos funcionales del sistema nervioso, tanto los sensitivos como los motores, sensoriales y psíquicos, son afectados en forma de aumento, disminución o desaparición o perturbación de sus actividades, y todas ellas ofrecen manifestaciones y síntomas, unos apreciables por el aviador y otros exclusivamente apreciables a la detenida observación médica; todos ellos dependen intrínsecamente de las características temperamentales y orgánicas que constituyen la personalidad del aviador y su biotipo, y extrínsecamente de los factores e influencias exteriores, que en el caso de que nos estamos ocupando son las del vuelo en sus distintos aspectos.

Por ello los trastornos nerviosos motivados por el vuelo ofrecen una tan variada gama de manifestaciones, y nadie crea haber agotado una exploración de sistema nervioso y llegar a unas conclusiones sin tener en cuenta el substratum psicológico del individuo y sus índices reaccionales a los más diversos estímulos, enjuiciados serenamente y sin perder nunca de vista que estamos actuando sobre un todo orgánico.

En cuanto a los órganos de los sentidos, a todos ellos afectan las vicisitudes del vuelo, y por demasiado sabidos, no por eso renunciamos a mencionar las alteraciones de vista motivadas por la hipoxemia en forma de oscurecimiento, o las aceleraciones en forma de visión roja o negra, aunque en ello jueguen además otra clase de factores etiológicos, como son los determinados por la hipovitaminosis, que ya mencionaremos más adelante.

Igual sucede con los trastornos del aparato auditivo en su doble función auditiva y de equilibración, siendo la primera más influenciada por la altura, y la segunda por los cambios de velocidad y posición del avión.

No menos interesantes son los trastornos que en los sentidos del gusto y del olfato se producen en el vuelo, no sólo por los factores etiológicos, tantas veces ya mencionados, sino también por los productos de combustión de los carburantes y grasas, así como las emanaciones de las pinturas del avión.

Mencionemos las alteraciones que en el sentido del tacto, en sus distintas clases de sensibilidad táctil, dolorosa y térmica, así como en la sensibilidad profunda y cenestésica, se producen en el vuelo juntamente con las alteraciones de toda clase de reflejos orgánicos, que tan útil parte toman en el funcionamiento de la economía humana, y muy particularmente de la del aviador.

## II. MANERA DE APRECIAR LOS TRASTORNOS PRODUCIDOS POR EL VUELO

Hemos de comenzar este capítulo haciendo la distinción previa de que de los factores etiológicos fundamentales de los trastornos del vuelo, los determinados por la velocidad y cambios de posición del avión son en principio completamente independientes de la altura a que éste se encuentre situado; no sucede lo mismo con los trastornos producidos por la altura, para los cuales se precisa un mínimo nivel de elevación, a partir del cual comienza la aparición de los trastornos, y éstos se van progresivamente acentuando a medida que se va ganando en altura; ahora bien: la altura también deja sentir su influencia sobre los trastornos originados por la velocidad y cambios de posición del avión, y, por tanto, ya son síntomas mixtos y más complejos los que en estas condiciones se presentan.

Veamos ahora cómo aprecia el aviador las alteraciones que en su organismo produce el vuelo.

Primeramente conviene distinguir que estas alteraciones son: unas, dependientes de la realización de un vuelo aislado en el que puedan darse las ya mencionadas causas de alteración, y otras dependen de la reiteración del vuelo, es decir, del continuado ejercicio profesional; tenemos, pues, dos formas de alteración orgánica: una, la forma aguda, que encaja dentro de lo que podríamos llamar "síndrome o mal de las alturas y de las aceleraciones", y otra, crónica, que es la conocida con el nombre de "síndrome crónico o enfermedad de los aviadores".

Una descripción completa del mal de las alturas nos llevaría a divagar sobre múltiples aspectos de la cuestión, acaso ajenas al momento y objeto fundamental de este trabajo; preferimos enfocar la cuestión desde un punto de vista más objetivo y enumerar someramente qué es lo que nota el aviador sometido a estas condiciones.

A partir de los 3.500 a 4.000 metros empiezan a sentirse los síntomas del mal de altura, que primero se manifiestan por una hiperactividad funcional en forma de ligera disnea, más vivacidad en la percepción y una mayor actividad de las funciones nerviosas en sus distintas modalidades; así, por ejemplo, la motilidad se aumenta, la sensibilidad se exalta, la ideación se manifiesta más activa, el estado anímico se hace más evidente y adquiere formas de euforia y despreocupación por todo lo que nos rodea; la circulación se hace más activa y aparecen las primeras manifestaciones congestivas en forma de una mayor coloración de la piel y mucosas; la sensibilidad parece más aguzada, y todo ello hace poner al aviador en un estado de ligera hiperemotividad y optimismo que ha de ser considerado por éste como aviso de que algo anormal le ocurre y que puede ser el prólogo de otros trastornos más intensos y de peores consecuencias que pueden presentarse, si por no conceder la debida atención a aquéllos sigue alegremente ganando altura sin preocuparse de adoptar las medidas necesarias; en estas condiciones también comienzan a sentirse los trastornos de la altura sobre el aparato auditivo; los trastornos de la altura sobre el aparato auditivo se manifiestan en forma de intenso

dolor de oídos, motivado por la desigualdad de presiones sobre ambas caras de la membrana timpánica por difícil ventilación del oído medio a través del conducto que de éste va a parar a la parte posterior de la nariz (trompa de Eustaquio), ya que la hipopresión va adosando sus paredes, y, por tanto, queda dificultada o totalmente impedida la renovación del aire de la caja del tímpano. Los gases del estómago e intestino también se dilatan, y por la compresión que los del estómago pueden ejercer sobre el corazón, se presentan trastornos circulatorios, que pueden manifestarse en forma de angustia y opresión precordial, muy semejantes a una crisis de angina de pecho; los gases intestinales también se dilatan progresivamente y dan lugar a una sensación de plenitud y distensión abdominal que a veces llega a ser muy molesta y hasta dolorosa.

A medida que la altura va siendo mayor, estos síntomas se agudizan y evolucionan, agravándose, y con ello la situación del aviador; así vemos que aquella hiperactividad va siendo poco a poco sustituida por un apagamiento funcional y orgánico, que se manifiesta por un estado de torpeza mental y confusión de ideas verdaderamente alarmantes, una serie de movimientos desordenados e incoherentes con violentas contracciones musculares, a las que inmediatamente sucede una laxitud y falta de fuerzas que hacen imposible la ejecución de los más elementales movimientos y maniobras en los mandos del avión; una serie de sensaciones subjetivas de los aparatos visual y auditivo, que se manifiestan por progresivo oscurecimiento de la visión e intensos dolores y zumbidos de oídos; una cada vez mayor frecuencia respiratoria que conduce irremediablemente a la muerte por asfixia, y precedida en muchas ocasiones de expectoración sanguinolenta o verdaderas hemorragias (nasales o pulmonares, epistaxis o hemoptisis); una reiteración de actos muy notables, y que consiste en la tendencia a repetir sin motivo los mismos movimientos y maniobras, y ya, por último, cuando la altura ha alcanzado el grado necesario y no se han puesto en práctica los debidos remedios, aparece la pérdida del conocimiento, y ya el organismo, privado del control de su sistema nervioso, sucumbe a la asfixia respiratoria por hipoxemia, que va precedida de los trastornos respiratorios y circulatorios que se conocen con el nombre de síncope de altura.

Veamos ahora lo que sucede con los cambios de posición y velocidad del avión y cómo nota el aviador estos cambios.

Por lo que se refiere a los cambios de posición del avión, el aviador los nota en forma de alteraciones del equilibrio; conocida es la función del aparato de equilibrio anejo al auditivo y en su parte fundamental los conductos semicirculares; por tanto, todos los bruscos cambios de posición del avión han de registrarse en el aparato equilibrador del aviador en forma de trastornos, que se manifiestan por mareos, estado vertiginoso, palidez de la cara, tendencia a las náuseas o vómitos, confusión visual (todo da vueltas), incoordinación motriz, y por último, momentánea pérdida del conocimiento por vértigo laberíntico.

En cuanto a las aceleraciones, también el organismo del aviador las registra en forma más o menos acu-

sada y violenta, según su intensidad o grado y según su signo positivo o negativo. Así vemos que aquellas aceleraciones de signo positivo intenso, como las que se producen en los picados o virajes muy ceñidos y veloces, producen un desplazamiento brusco de la sangre a los extremos del cuerpo, principalmente en la cabeza, y dan lugar a intensa congestión ocular y especialmente retiniana, que se manifiesta en forma de visión roja y que rápidamente desaparece y recupera la visión normal una vez cesa la causa determinante; en cambio, en aquellos otros movimientos de rápido ascenso (en los tirones) o en aquellos en que la fuerza es centrípeta, la sangre se acumula en el tórax y se aleja de la cabeza, produciéndose una anemia cefálica, que, por lo que al ojo se refiere, se manifiesta en forma de visión negra; en el resto de la cabeza también se acusan de forma bien manifiesta tales trastornos, especialmente en el encefalo, en forma de hiperemia o anemia, con la correspondiente pérdida momentánea del conocimiento, que tan fatales consecuencias puede tener en estos momentos; los trastornos vasculares cefálicos que acabamos de referir pueden a veces producir verdaderas hemorragias encefálicas, oculares, auriculares o nasales.

En el resto del organismo las aceleraciones también producen su efecto debido al mecanismo que antes mencionamos; así vemos que el brusco desplazamiento del líquido céfalo-raquídeo puede dar lugar a una alteración de la estática del neuro-eje, con producción de verdaderos traumatismos por choque del mismo contra los orificios o paredes rígidas del cráneo y raquis, y estos traumatismos pueden dar lugar a la simple y fugaz pérdida del conocimiento o a la muerte por "shock" nervioso en los casos de gran violencia o prolongada acción.

En el corazón se manifiestan las aceleraciones por síncope cardíaco en el caso de gran intensidad, o ligeras pérdidas del conocimiento en los casos tenues.

En el aparato respiratorio pueden presentarse hemoptisis copiosas o leves esputos hemoptoicos.

En la circulación periférica pueden presentarse palideces y anemias o enrojecimientos, hiperemias con sufusiones sanguíneas o punteados hemorrágicos.

En todas las vísceras se pueden acusar tales trastornos de naturaleza vascular o de desintegración parenquimatosa y celular motivados por las aceleraciones, con la consiguiente manifestación de anomalía funcional.

Y si de todos estos trastornos ocasionados por las aceleraciones y cambios de posición que hemos mencionado, con independencia de la altura a que puedan producirse, pasamos a estudiarlos en alturas ya de por sí lo suficientemente elevadas para producir sus peculiares alteraciones, vemos entonces que aquellas alteraciones se agravan, acentúan o modifican con dicha altura y que pueden ser corregidas o evitadas no sólo con sus medidas propias, sino además asociándolas a las que se toman para evitar el mal de la altura.

En cuanto a las alteraciones que la reiteración del vuelo produce en los aviadores, y que ya hemos dicho encajan en el síndrome conocido con el nombre de "en-

fermedad de los aviadores", conviene insistamos en lo importante que es su conocimiento para todo el que vuele, ya que de la mayor precocidad en descubrirla depende la mayor fortuna y eficacia del tratamiento, así como también la más pronta recuperación profesional.

Con todo lo que llevamos expuesto habrá podido formarse una idea aproximada del gran desgaste orgánico que el vuelo produce, y que este desgaste afecta de una manera global a toda la economía del aviador, y luego en particular a los distintos órganos y aparatos de su cuerpo, siendo estas repercusiones parciales de mayor o menor grado, más o menos apreciables y ostensibles, según la delicadeza o importancia funcional de estos órganos o aparatos y según que su integridad fisiológica esté perfectamente normal o tenga alguna tara o déficit, que aun encajando dentro de las normas generales de aptitud pueda no obstante hacerse más apreciable al mayor desgaste que produce el vuelo reiterado.

El aviador afecto de "mal de los aviadores" nota en primer término una ostensible disminución de su tono orgánico general, que se traduce, por lo que a la esfera de lo psíquico se refiere, en una serie de alteraciones del carácter de la más variada modalidad, pero que podemos enumerar entre dos extremos, o una irritabilidad desmedida con excesivas y violentas reacciones por el menor motivo, o una gran depresión y apagamiento moral con sensaciones de tristeza y empequeñecimiento para todo, pero especialmente para cuanto esté relacionado con su actividad profesional; y esta verdadera derrota da lugar a un cuadro de psicosis de angustia, que acentuándose a grados extremos puede producir verdaderas alucinaciones psíquicas y orgánicas, con sensaciones depresivas y crisis de las más variadas formas; así vemos casos de sensaciones cutáneas con hormigueos, enfriamientos, sensaciones de calor y sofocación en la cara, sensación de descargas eléctricas, etc.

En el aparato circulatorio vienen las crisis vasculares y cardíacas, muy semejantes a la angina de pecho, con su típico dolor en la región precordial y sus irradiaciones a los miembros superiores. Pero de los trastornos circulatorios el más interesante es el que se refiere a las alteraciones de la presión arterial, ya que sabemos que es la que más se afecta por el vuelo; en la enfermedad de los aviadores la presión arterial máxima disminuye en vez de aumentar cuando se hace la prueba del esfuerzo, y en cambio, la mínima permanece estacionaria o aumenta ligeramente; esta anomalía aproximación entre la presión arterial máxima y la mínima es la "señal de alarma", que debemos tener siempre muy presente cuando examinamos a un aviador que se nos presente a reconocimiento, con el fin de adoptar las medidas correspondientes y que más adelante enumeraremos.

El aviador nota estos trastornos circulatorios en forma de mareos, palpitaciones y tendencia al sueño.

En el aparato digestivo aparece la llamada dispepsia del vuelo, y que se manifiesta por pérdida de apetito, lengua saburral, digestiones lentas y difíciles con gran sensación de plenitud gástrica y crisis dolorosas

en el estómago, gran fermentación intestinal con desarrollo abundante de gases y timpanismo abdominal, estreñimiento; en una palabra, el cuadro de una dispepsia hipotónica; en cuanto al quimismo gástrico, hay una marcada disminución del mismo, con tendencia a la verdadera hiperclorhidria y hasta la aquilia gástrica.

Todos estos síntomas digestivos, unidos a la depresión nerviosa correspondiente, hacen que el aviador adelgace y tome un tinte terroso muy significativo en este proceso.

También la vista se afecta grandemente, tanto en su agudeza visual como en los sentidos cromático y luminoso, apareciendo pérdida gradual de la visión, dificultad a la percepción y diferenciación de colores, débil percepción crepuscular y rápida sensación de deslumbramiento a la luz brillante.

Sensaciones auditivas las más extrañas y diversas acompañan a este cuadro complejo, en el que, como vemos, todo el organismo toma parte.

### III. MANERA DE EVITAR LAS ALTERACIONES DEL VUELO

Este capítulo, por demás interesante y sugestivo, hemos de procurar desarrollarlo con un enjuiciamiento lo más práctico posible, sin que por ello tengamos que dejar de recurrir en algunas ocasiones al razonamiento teórico y especulativo como base más firme sobre la que poder desarrollar la serie de consideraciones que nos conduzcan al terreno de la práctica.

Así, pues, y como cuestión previa, se plantea el problema de una la más perfecta y debida selección del personal de aspirantes a aviadores, ya que de todo lo que llevamos escrito se deduce que la profesión de aviador es una profesión dura por la cantidad de energías que consume y la variedad de funciones orgánicas a que efecta, y de nada valdrían los aviones más perfectos y las más audaces concepciones de la técnica aviatoria si no se contase como condición fundamental con organismos humanos capaces de vivir en estas excepcionales condiciones y de soportar tan intensos desgastes.

Vemos, por tanto, que lo primero de todo es el hombre como sujeto idóneo para aviador, y después vendría la máquina capaz de poner a prueba estas idóneas condiciones de aptitud.

Haciendo una rigurosa selección médica del personal de aspirantes a aviadores, ya hacemos una verdadera profilaxis de sus enfermedades, y, por tanto, aminoramos en gran proporción el número de casos de éstas que puedan presentarse, toda vez que eliminando implacablemente a los no aptos psicofísicamente, evitamos después el doloroso trance de tenerlo que hacer en épocas más avanzadas del ejercicio profesional, cuando las ilusiones despertadas por una vocación decidida no corresponden a una suficiente base orgánica de solvencia profesional; o cuando la dolorosa realidad de un accidente de vuelo nos hace lamentarnos de una mal entendida complacencia en el reconocimiento de selección o una deficiente técnica de éste.

Pero una vez logrado el aviador, hemos de tender a conservarlo en la forma más perfecta posible, y además hemos de tender a incrementar a desarrollar todas aquellas condiciones orgánicas que nos convengan para un más perfecto ejercicio profesional; en una palabra: hemos de ocuparnos de la higiene del aviador en los múltiples aspectos orgánicos y psíquicos que comprende la higiene.

Hemos de ocuparnos preferentemente de sus ejercicios, pero no en el sentido deportivo y de competición que generalmente se sigue al ocuparse de estas cosas; nosotros no debemos tender a la obtención de campeones deportivos ni atletas de Olimpiada, ya que esto lleva implícitamente comprendida una polarización de actividades y aptitudes hacia una determinada modalidad del ejercicio, con un predominio o hipertrofia de algunos órganos o funciones, a costa de una merma considerable o atrofia de otras; por eso debemos huir de todos aquellos extremismos y pugilatos, que en nuestro caso no nos interesan absolutamente, y que tal vez hasta puedan ser más perjudiciales que beneficiosos.

Nosotros debemos aspirar a obtener sujetos armónica y proporcionalmente desarrollados, y si llegamos en algunos casos a procurar el desarrollo predominante de alguna aptitud determinada, ha de ser pensando siempre en alguna modalidad profesional de la Aviación, mas nunca en exaltaciones deportivas al común entender; así, por ejemplo, será buena técnica aquella que condujese a un adiestramiento de la vista, del oído, de la sensibilidad en sus diversas formas, del sentido del equilibrio, del desarrollo de la capacidad respiratoria, de la más perfecta actividad circulatoria y cardíaca, de la mayor facilidad de las funciones digestivas, de la más perfecta atención y discriminación, de las más normales y regulares reacciones psico-motrices a los más diversos estímulos, de la mayor resistencia orgánica a las fatigas y esfuerzos, de la más exquisita coordinación motriz, del más exacto desarrollo de los reflejos, de la medida más completa de todas las impresiones y de la más elegante y sencilla manera de exteriorizarlas, pues no puede admitirse ni considerarse normal, psíquica, social y militarmente, a quien no sea capaz de comportarse con arreglo a esta última pauta.

Véase, pues, cómo del conjunto de los ejercicios que comprenden lo que hoy hemos convenido en llamar deportes, pueden entresacarse datos muy útiles para nuestra finalidad.

Los ejercicios del aviador deben ser ante todo lógicos, ordenados, disciplinados y tendentes al desarrollo de las aptitudes que nos convengan.

No olvidemos que por el medio en que se ha de desarrollar la vida del aviador, el acostumbamiento a la altura es condición indispensable; por ello, propugnamos por el alpinismo como uno de los ejercicios más prácticos y convenientes; así parecen entenderlo en las Escuelas de Aviación de diversos países al fomentar esta clase de ejercicios, que llevan ya anejo, además del acostumbamiento a la altura, el endurecimiento a las bajas temperaturas.

La guerra aérea moderna se desarrolla en los más

diversos lugares y latitudes, y, por tanto, nada de particular tiene que el aviador que levanta el vuelo en medio de un continente, tenga que cumplir servicios encima de los mares, y acaso se vea precisado a descender o caer al agua, con las consecuencias fatales que la ignorancia de la natación puede tener en estos casos, y por ende, se ve lo indispensable de estos conocimientos a todo aviador.

Las distintas actividades del vuelo requieren un perfecto y pronto funcionamiento del aparato visual; hemos de procurar el desarrollo de estas aptitudes mediante el adiestramiento por ejercicios encaminados a esta finalidad; claro es que en muchos de los llamados deportes se dan un conjunto de circunstancias que hacen patentes estos diversos aspectos de la actividad orgánica; pues bien: acoplemos nuestros aviadores a ellos, mas no los hagamos forzados de los mismos.

Y si de la higiene física pasamos a la psíquica, hemos de procurar cultivar en el aviador todos aquellos factores que conduzcan a un sano humorismo y un sereno enjuiciamiento de las cosas, alejándolo de todos los extremismos anímicos y pasionales en más o en menos, que tanto perturban después la perfecta ecuanimidad; hemos de fomentar su ordenada alegría y hemos de evitar sus depresiones y tristezas; hemos de centrar su carácter, alejándolo tanto de la excitabilidad como de la depresión; convienen, por tanto, las lecturas, conferencias y prácticas, cuidadosamente seleccionadas, que nos conduzcan a lograr un sujeto armónicamente ponderado, conocedor de las cosas y con perfecta conciencia y responsabilidad de sus actos, ya que en más de una ocasión ha de verse enfrentado con graves cuestiones y problemas, que él solo tiene que resolver rápida y acertadamente.

Otro aspecto de la higiene del aviador es el que se refiere a su género de vida; en esto, poco hemos de decir, ya que al exigir la más completa perfección orgánica y funcional, implícitamente comprendemos también la correspondiente corrección de vida y costumbres, eliminando todos aquellos motivos que por éstas puedan producir una merma o perturbación de aquélla; el aviador es un verdadero siervo de su profesión, ya que sabemos que ésta le exige mucho, y que debe estar siempre en condiciones de su mejor ejercicio; por tanto, a ella deberá sacrificar muchas veces caprichos, deseos, placeres y demás afectos que puedan perturbar su sereno equilibrio; ha de ser el aviador un hombre virtuoso y ascético, que lo mismo que sabe enfrentarse con los peligros de su profesión y vencerlos, sepa hacerlo con los peligros y pasiones de la vida para vencerse a sí mismo y vencerlos debilmente.

El aviador debe hacer una alimentación sana y nutritiva, en la que entren aquellos elementos alimenticios que proporcionen las debidas calorías que para un ejercicio orgánico tan activo se requieren; ha de procurarse, además, que esta alimentación sea fácilmente digerible y asimilable, evitando las desmedidas fermentaciones intestinales, con su inevitable excesiva producción de gases, que tantos trastornos y molestias ocasiona en las alturas, como antes hemos dicho;

ha de procurar que entre los elementos energéticos de su alimentación figuren debidamente proporcionados los hidrocarbonados (azúcares) y proteicos (albúminas de la carne y de los huevos), ya que éstos son los que en menor volumen encierran más calorías; ha de evitar un predominio de los feculentos (legumbres enteras y secas), ya que las cubiertas celulósicas de ellas producen grandes fermentaciones y el consiguiente desarrollo de gases intestinales.

Ha de evitar el estreñimiento, por lo que en su alimentación deben figurar sustancias que dejen el suficiente residuo intestinal para favorecer una buena evacuación del intestino; así vemos que las frutas y verduras frescas llenan por completo este aspecto de la cuestión, que además puede favorecerse más aún mediante la adición de grasas vegetales (aceite de olivas) o condimentación con las mismas.

Factor muy importante de la alimentación, y al que modernamente se le concede un papel muy destacado, es el de las vitaminas, ya que hoy sabemos que estos elementos tienen una importantísima misión que cumplir en la vida orgánica y que la disminución o carencia de ellas ocasiona los graves trastornos orgánicos que se describen en los síndromes de hipovitaminosis o avitaminosis; sabemos además que las vitaminas van en los más diversos alimentos, y que ellas son de diversa naturaleza, y cumplen fines orgánicos distintos según su constitución química, y que para diferenciarlas se ha recurrido a las letras del alfabeto en vez de enumerarlas por su acción; sabemos también que las manipulaciones culinarias de los alimentos hacen a éstos perder gran parte de sus vitaminas, por destrucción o alteración de éstas, y sabemos, por último, que hoy la moderna química obtiene las vitaminas por procedimientos sintéticos, con lo que se puede en muchas ocasiones prescindir de los alimentos que las contienen.

Pues bien: conocido todo esto, señalemos que los alimentos frescos crudos contienen las vitaminas íntegras y en estado de pureza química, cosa que no sucede con los cocidos o condimentados; de los alimentos vegetales, las frutas las contienen en gran cantidad, especialmente en la cáscara o cubiertas; así vemos que la naranja, el limón, la manzana, la fresa y la uva son frutas muy ricas en vitaminas; igual sucede con las verduras y hortalizas, la zanahoria, el tomate, la lechuga y la espinaca; los productos animales carnes y pescados, igualmente las contienen en gran cantidad; la carne, el hígado, los pescados diversos, la leche, los huevos.

Ya vemos, por tanto, cuán interesante es el papel de las vitaminas; pero antes de pasar a otra cuestión, no nos resistimos al imperativo deseo de mencionar algún ejemplo:

Existe en la naranja y en el limón, así como también en el hígado de los pescados (especialmente, el bacalao y el atún), una serie de vitaminas que por su acción evitan las enfermedades conocidas por escorbuto y raquitismo; la primera de ellas se da siempre que en la alimentación faltan las frutas frescas, y se manifiesta principalmente por trastornos ulceráticos en la boca y gran depresión orgánica, y se ha des-

arrollado siempre en aquellas ocasiones en que los individuos estaban sujetos a privación de los alimentos mencionados (grandes navegaciones, aislamientos en desiertos, cárceles y demás circunstancias análogas); al aviador le es muy necesaria esta clase de alimentación para evitar los trastornos bucales correspondientes.

La luz intensa produce una gran destrucción de los elementos activos de la membrana sensible del ojo (retina), con lo que los sujetos sometidos a luz viva quedan deslumbrados más o menos tiempo, según su mayor o menor rapidez de recuperación retiniana, y se ha demostrado que en ello influye una determinada clase de vitamina contenida en un principio activo de la zanahoria (el caroteno), toda vez que en individuos sometidos a tratamiento por esta vitamina se ha comprobado una mayor resistencia al deslumbramiento, una mayor rapidez en la recuperación y una más exquisita sensibilidad ocular a la luz crepuscular o a la visión nocturna.

Si de la higiene de los alimentos pasamos a la de las bebidas, vemos que la bebida por excelencia es el agua; mas en esto nosotros debemos hacer algunas observaciones referente a la calidad, cantidad y caracteres físicos, todo ello muy rápidamente, con el fin de no fatigar la atención; en cuanto a la calidad, no aconsejamos las aguas gaseosas, naturales o artificiales, por las razones que antes exponíamos al ocuparnos de los gases del aparato digestivo; estimamos que el agua natural y corriente es la mejor bebida para el aviador, ya que actúa como el mejor disolvente y el mejor vehículo de eliminación por los emulorios naturales (piel, riñón y pulmón); no estimamos conveniente las bajas temperaturas ni las bebidas heladas como líquido habitual, por las perturbaciones digestivas que pueden producir; en cuanto a la cantidad, ha de ser moderada: ni tan reducida que produzca una excesiva concentración de los humores y la deshidratación correspondiente, ni tan excesiva que dé lugar a una plétora hidrémica, con el consiguiente agobio del corazón al tener que mover una masa líquida superior a sus disponibilidades energéticas y el correspondiente trastorno circulatorio; en cuanto a sus caracteres, debe reunir los clásicamente conocidos de líquido inodoro, incoloro e insípido y transparente, sin necesidad de adiciones extrañas que puedan modificar estos caracteres.

Las bebidas estimulantes y alcohólicas no deben constituir factor habitual de la alimentación del aviador, ya que su constante uso altera el organismo en forma incompatible con la función aviatoria. Tan sólo en circunstancias excepcionales de apremiante esfuerzo orgánico puede permitirse un estimulante alcohólico o de otra clase (café, etc.) capaz de vencer el momento de que se trate. Las bebidas gaseosas tampoco son convenientes.

Los vestidos del aviador como medio de evitar accidentes de vuelo también merecen fijar nuestra atención, aunque no sea más que para señalar muy someramente, y como de pasada, la conveniencia de que sean de materia suficientemente capaz de retener el calor orgánico y evitar su irradiación, al mismo tiem-

po que puedan permitir la conveniente transpiración y sean de suficiente impermeabilidad; no deben ceñirse excesivamente al cuerpo, por dos razones: primera, para no dificultar la circulación; segunda, para permitir que entre sus diversas capas se establezca la correspondiente cámara de aire que sirva de aislador térmico. El calzado ha de reunir idénticas condiciones al vestido; se aconseja el doble calcetín de lana y sin costuras. Creemos con esto haber esbozado algo de lo mucho que sobre higiene conviene conocer al aviador para evitar los trastornos del vuelo.

Vamos a ocuparnos ahora ya en particular de la manera de evitar los trastornos del vuelo.

Decíamos que éstos eran motivados o por la altura o por la velocidad y cambios de posición del avión.

Descritos ya los trastornos producidos por la altura y la causa productora de los mismos, al ocuparnos de la manera de evitarlos hemos de sentar la afirmación de que debe procurarse colocar al aviador en las condiciones más semejantes a la vida en tierra; sabemos que dos son los factores que dominan en la altura: la hipopresión y la hipoxemia; para combatir la primera, nosotros tendríamos que sustraer al aviador a la acción del medio ambiente, y esto tan sólo podríamos hacerlo en cabinas herméticamente cerradas, cosa que hoy día tan sólo en contados aviones, y muy especialmente preparados, puede conseguirse; por otra parte, la hipopresión como factor aislado en los vuelos a alturas medias de 6 a 10.000 metros no constituye un factor decisivo de impedimento para el vuelo, si a él no va unido el otro factor de hipoxemia; por tanto, de éste es del que debemos ocuparnos más extensamente; sabemos que, a partir de los 3.500 a 4.000 metros, el aporte de oxígeno a la sangre por el aire ambiente comienza a ser inferior al indispensable para un buen funcionamiento orgánico, y que a medida que se va ganando en altura, este aporte es cada vez menor, y la alteración orgánica consiguiente se va acentuando de una manera progresiva hasta que sobreviene la muerte. Pues bien: tan sólo hay una manera de evitar todo esto, y es: respiración de oxígeno a partir de la altura límite que antes hemos mencionado; y no se arguya que a alturas superiores a ésta se puede respirar sin ayuda de oxígeno ni del aire; efectivamente, así es; pero hay que tener en cuenta que si a los 3.500 ó 4.000 metros podemos soportar un tiempo determinado esta disminución de oxígeno del aire y podemos con toda tranquilidad tomar nuestras medidas preventivas, a mayores alturas los trastornos se suceden tan rápida, progresiva y vertiginosamente, que el organismo agota sus reservas de oxígeno circulante en la sangre y las del aire respiratorio residual, y en pocos segundos se ve privado de la cantidad de oxígeno necesario para la vida, y los trastornos de carencia de oxígeno avanzan de una manera tan súbita e inopinada, que ya el aviador no puede valerse por sí mismo ni dispone de lucidez ni energías para hacer uso de su aparato inhalador de oxígeno, y esto si fulminantemente no pierde el conocimiento o muere por síncope respiratorio o asfixia; por tanto, es muy conveniente comenzar a hacer uso de los aparatos inhaladores de oxígeno al pasar de la altura límite antes mencionada; otra precaución tam-

bién muy conveniente es la de acumular en la sangre la mayor cantidad de oxígeno posible, estableciendo una a modo de reserva de oxígeno circulante, del que el organismo pueda echar mano en un momento determinado; así vemos que los aviadores de los modernos aparatos de caza, que han de actuar entre los 8 y 10.000 metros de altura o algo más, se preparan para estos vuelos mediante una gimnasia respiratoria adecuada que les permite almacenar más aire en el pulmón y en el circulante en la sangre, y además, para reforzar sus reservas de oxígeno cuando están de servicio en los aerodromos, durante el período de alarma permanecen en cámaras especiales respirando aire enriquecido en oxígeno; con lo cual, al salir al aire, llevan una reserva de oxígeno sanguíneo y pulmonar que es de mucha utilidad.

Otra medida muy conveniente cuando se está haciendo uso del aparato de oxígeno es la más perfecta adaptación, con el fin de respirar tan sólo por la máscara o boquilla (según el tipo de aparato), ya que sabemos que a grandes alturas la menor tensión del oxígeno atmosférico haría que perdiéramos el de la sangre si por una circunstancia cualquiera el aire exterior se pone en contacto por intermedio del pulmón con la sangre enriquecida por el oxígeno del inhalador, y ya, por tanto, a mayor tensión del de la atmósfera a aquella altura; por tanto, es indispensable una perfecta adaptación de la máscara a la boca y nariz, si es que se emplea este tipo de inhalador, o un perfecto cierre de la nariz, mediante la pinza correspondiente, si es que se emplea el inhalador de boquilla.

Conocido el modo de evitar los trastornos de hipoxemia, conviene, no obstante, que examinemos otros aspectos de la misma cuestión por la grandísima importancia que pueden tener; podría suceder que por avería del aparato de oxígeno, el aviador se viera privado de tan precioso elemento en los momentos en que más falta puede hacerle; en este caso no hay más que una solución: rápidamente perder altura hasta colocarse en una conveniente para la respiración, y además no obstinarse en permanecer a aquella altura nociva con la ilusión de que puede soportarse o de que va a tenerse tiempo de reparar la avería del aparato inhalador; no hay que engañarse ni perder el tiempo; cualquier dilación en estas circunstancias puede ser de consecuencias fatales. También puede darse el caso de que un aviador, a alturas superiores a las mencionadas como límites de "techo vital", tenga necesidad de abandonar el avión y lanzarse con paracaídas; en este momento corre el grave riesgo de morir por asfixia si tarda en

atravesar la zona peligrosa el tiempo suficiente para consumir su oxígeno pulmonar y sanguíneo de reserva o no lleva máscara y botella de oxígeno adosada a su equipo; para prevenir este peligro es conveniente, antes de lanzarse al espacio, llenar bien el pulmón de oxígeno del inhalador y contener la respiración el mayor tiempo posible, procurando además no abrir el paracaídas hasta que haya transcurrido el tiempo que se calcule necesario para haber descendido a zona de aire respirable.

Pero hay un aspecto de la cuestión sobre el que consideramos indispensable llamar encarecidamente la atención de los aviadores: los trastornos de la altura se van estableciendo de una manera tan gradual y solapada, evolucionan a veces en forma tan singular e insensible, que el aviador se encuentra de lleno metido en ellos cuando menos lo espera y cuando creía encontrarse en mejores condiciones; por eso no nos cansaremos de repetirles lo muy necesario que para ellos es el más perfecto conocimiento de los mismos y el más sereno y minucioso análisis de sus sensaciones, ya que del mejor conocimiento de éstas pueden derivarse las correspondientes medidas de previsión; pero además conviene sepan que las alturas que antes hemos señalado como límites mínimos de peligro, son las alturas medias producto de datos estadísticos, y que podríamos llamar el "techo vital medio"; pero luego cada aviador tiene su altura límite personal de peligro, que es lo que podríamos llamar su "techo individual", y que puede ser o más alto o más bajo que el antes señalado, aunque de todas formas no se separe grandemente de él, y por eso conviene que todos los aviadores conozcan, a ser posible, su "techo individual".

Para esto podemos valernos de dos procedimientos: o el de la cámara de bajas presiones, o el método de las mezclas gaseosas.



*Evacuación de heridos por avión.*

El fundamento de ambos métodos es el mismo, ya que se reduce a hacer respirar al aviador aire enrarecido equivalente en composición a la altura que se desea conocer como su techo individual, o hacerle respirar durante un tiempo determinado una mezcla gaseosa equivalente en composición a la altura que se quiere investigar.

En ambos casos el individuo observado va analizando sus sensaciones y expresándolas gráficamente mediante la escritura de una serie sucesiva de números y frases, que cada vez se van haciendo más confusas e ininteligibles hasta que sobreviene la pérdida del conocimiento.

En el método de la cámara, aviador y médico se introducen en la cámara y comienza la extracción del aire, y por tanto, la prueba del aviador, el cual va escribiendo en un papel las series de números a que antes nos referimos y manifestando sus sensaciones; simultáneamente el médico va haciendo las correspondientes medidas de tensión arterial y frecuencia de pulso y todas aquellas otras que estime conveniente, hasta que se presenten los primeros síntomas de pérdida del conocimiento, en cuyo momento se paran las bombas aspiradoras y se suministra oxígeno, anotando la altura señalada por el altímetro.

En el método de las mezclas no se precisa cámara de bajas presiones; aviador y médico están colocados el uno frente al otro, y el aviador comienza a escribir su serie de números y referir sus sensaciones en atmósfera normal, al mismo tiempo que el médico hace las anotaciones de pulso y tensión arterial correspondientes; entonces se aplica al aviador la máscara o boquilla que comunica con un cilindro que contiene una mezcla de oxígeno y nitrógeno en proporción equivalente a la que el oxígeno tendría a la altura a que se quiere hacer la prueba; se siguen tomando los datos antes citados, y el aviador, respirando la ya mencionada mezcla gaseosa, sigue escribiendo hasta que se presentan los síntomas de pérdida del conocimiento; en este momento se suspende la prueba, anotando el tiempo invertido en ella.

Con ambos sistemas el aviador ya se forma una clara idea de cuáles son los síntomas de anoxemia que le conviene conocer, y al mismo tiempo ya conoce su techo respiratorio individual para saber a qué atenerse.

Mencionábamos antes la relativamente poca importancia de la hipopresión a alturas medias como factor determinante de trastornos orgánicos del vuelo; mas no por ello debemos dejar de considerarla en su debido valor, y así, antes de dar por terminado el esbozo de estudio que estamos haciendo de esta cuestión, queremos señalar otros aspectos de la misma que consideramos conveniente sean conocidos por el aviador.

Se refiere el uno a la súbita liberación de los gases disueltos en la sangre cuando se rebasan las alturas límites, y al peligro que el copioso desprendimiento de burbujas gaseosas en dicho líquido orgánico puede entrañar por la formación de micro-embolias gaseosas que afectando a órganos de importancia vital puedan tener graves consecuencias; problema este de difícil solución cuando se vuela en aparatos de cabina abierta, ha encontrado su remedio en los aparatos de cabi-

na herméticamente cerrada, en los que las presiones de la atmósfera exterior no influyen sobre la vida de los que están en el interior del avión.

Otro aspecto no menos interesante y digno de ser tenido en cuenta es el que se refiere al descenso del punto de ebullición de los líquidos a medida que disminuye la presión atmosférica, y por tanto, la sangre como tal líquido verá disminuido con la altura su punto de ebullición, con el consiguiente peligro vital si ésta llegara a producirse por haber rebasado una altura determinada sin adoptar las precauciones debidas, y que en este caso son las mismas que pueden evitar el aerembolismo o formación de micro-embolias gaseosas, o sea el vuelo en cabinas estancos herméticamente cerradas, o con un equipo o traje de vuelo de hiperpresión neumática.

Por último, el otro aspecto de la hipopresión que también queremos mencionar es el relacionado con las alteraciones de oído motivadas por la perturbación que a la ventilación de la caja timpánica produce la altura y los rápidos picados; ya hemos hablado antes de su mecanismo productor, ocupándonos ahora del remedio a este trastorno. Se reduce sencillamente a restablecer la presión entre las dos caras de la membrana timpánica, haciendo que ésta sea igual en ambas y evitando el hundimiento en la caja del tímpano de dicha membrana o su proyección hacia afuera al ser mayor o menor la presión que gravite sobre su cara externa; para ello hay que nivelar ambas presiones, haciendo que entre aire en dicha caja a través de la trompa de Eustaquio (ya explicamos antes lo que es este conducto) mediante movimientos de deglución de saliva (esto se llama la maniobra de Valhalva), o teniendo en la boca algo que al producir saliva obligue a tragarla (goma de mascar), y por tanto, cada vez que se hace un movimiento de deglución, automáticamente se inyecta aire por la trompa de Eustaquio; otro procedimiento consiste en taparse los oídos y cerrar la boca y nariz, haciendo en estos momentos violentos movimientos como de expulsar aire, con lo cual éste, al no tener salida al exterior, penetra en la trompa y llega a la caja timpánica. Con estas diversas maniobras se evita el violento dolor de oídos, que, como antes decíamos, producen los violentos cambios de presión, bien en los tirones o ya sea en los picados.

Ya con todo lo que llevamos expuesto podemos tener una idea de lo que al aviador le conviene conocer referente al mal agudo de la altura y manera de evitarlo.

Ocupémonos ahora del mal crónico de la altura o enfermedad de los aviadores; ya hemos hablado de las generalidades de higiene y régimen de vida que conviene al que se dedica a esta profesión; no está de más, sin embargo, que insistamos nuevamente en la conveniencia de una vida rigurosamente sana y ordenada, y en la evitación de toda clase de enfermedades, especialmente de las venéreas, y de toda clase de tóxicos, especialmente el alcohol, tabaco y estupefacientes.

El aviador que experimenta los primeros síntomas de fatiga de vuelo que antes hemos descrito, no debe obstinarse por un mal entendido concepto del pundonor profesional en continuar sus actividades sin antes

consultar al médico correspondiente y ser sometido a un minucioso reconocimiento; es preferible en este concepto pecar de precavido que de insensato; a nadie razonable y juiciosamente organizado moralmente y medianamente enterado de estas cuestiones y de su trascendental alcance, puede sorprenderle que un aviador, al experimentar algún trastorno orgánico, quiera saber si éste puede ser producido por el vuelo reiteradamente practicado; hay, por tanto, que huir del miedo al "qué dirán", y sin vacilaciones acudir inmediatamente en consulta al médico; pues, como antes decimos, estos trastornos son fácilmente corregibles mediante un adecuado y precoz tratamiento, con lo que rápidamente se recupera la normal aptitud psicofísica para la profesión; y en cambio, abandonados, evolucionan rápidamente y se agravan hasta producir consecuencias irreparables; además, el aviador que lleva en evolución esta enfermedad y por obstinarse en no declararla continúa sus actividades, está en un mayor grave peligro de sufrir las consecuencias gravísimas del mal agudo de las alturas; por tanto, no hay que descuidarse, y a los primeros síntomas o sospechas de enfermedad de los aviadores", se debe comunicar al médico lo que sucede para que se adopten inmediatamente las adecuadas medidas, que por entrar en el terreno médico no consideramos del caso exponer, ya que entran dentro del régimen y tratamiento de la misma, el cual debe ser llevado a cabo en establecimientos sanatoriales adecuados, casas de reposo con cura climática de altura o marítima, según la modalidad excitable o depresiva que presente el enfermo, y desde luego "total apartamiento" de la vida profesional mientras dure el tratamiento.

La enfermedad de las aceleraciones, como antes hemos dicho, es un síndrome agudo ocasionado por los bruscos cambios de velocidades del avión; conocidos su mecanismo etiológico y sintomatológico por todo lo que anteriormente hemos expuesto, nos será fácil comprender ahora lo referente a lo que el aviador debe hacer para evitar sus efectos.

Conviene, no obstante, que amplíemos algo de lo que dijimos referente al papel del aparato circulatorio, y especialmente del corazón, en el desarrollo de estos trastornos.

Decíamos que éstos se debían en gran parte a la desigual distribución sanguínea y al agobio que para el corazón representaba el tener que enfrentarse en un momento dado con un problema de esfuerzo hidrodinámico superior a sus disponibilidades energéticas, bien por su excesivo acúmulo o una excesiva disminución de la sangre a dicha viscera en un momento determinado según el signo de la aceleración; pero además del trastorno cardíaco decíamos que la irrigación sanguínea de la cabeza, y por tanto del encéfalo también, aparecía gravemente comprometida en estos momentos; sabemos también que por la acción de la gravedad, la sangre llega más difícilmente a la cabeza cuando se está en pie o sentado que cuando se está in-

clinado hacia adelante o hacia atrás o totalmente horizontal, ya que mientras más se aproximen al mismo plano corazón y cabeza, menos desnivel habrá, y por tanto, mayor facilidad circulatoria tendremos en virtud de la teoría de los vasos comunicantes, y el corazón tendrá que trabajar menos para empujar la masa líquida (sangre) que por él circula.

Conocidos estos sencillos fundamentos de la hidrodinámica circulatoria, fácil nos será deducir sus consecuencias en el sentido de un mejor aprovechamiento de ellos para evitar los trastornos circulatorios cefálicos de las aceleraciones.

Habrá que procurar aproximar lo más posible el plano cefálico al plano cardíaco, y para ello lo mejor es adoptar posiciones convenientes del cuerpo en las que esta aproximación se verifique.

El aviador sentado en su puesto de trabajo se inclinará lo más posible siempre que se produzca una rápida aceleración o picado; para ello flexionará todo lo posible el tronco sobre las caderas; en una palabra, se inclinará hacia adelante y bajará la cabeza lo más posible; la posición ideal en estos casos sería la horizontal sobre el plano ventral, o sea tumbado boca abajo; más como esta posición, sobre todo para el piloto, no es la más adecuada para el libre ejercicio de sus miembros y accionar sobre los órganos de mando del avión, no se adopta, y sí en cambio la que antes hemos indicado. Discurriendo sobre esto se ha pensado instalar los mandos del avión en forma que éstos pudieran ser accionados por el piloto estando éste boca abajo, como antes indicábamos, para los casos de aparatos en picado; mas esto aún resulta no sólo incómodo, sino además no todo lo práctico que conviene.

Otro procedimiento de regular la distribución sanguínea en estos casos es vendarse fuertemente las extremidades, para así evitar una congestión de éstas; aunque no de mucha eficacia, conviene, no obstante, procurar en lo posible la mayor sujeción vascular de los miembros.

Debido a la intensa congestión cefálica se producen a veces pequeñas roturas vasculares en aquellos sujetos de labilidad vascular y que se manifiestan a veces en el ojo en forma de equimosis o sufusiones conjuntivales, que pueden ser el síntoma anunciador de mayores trastornos oculares o encefálicos, por lo cual a todo aviador que se le presenten síntomas de esta clase, se le debe reconocer escrupulosamente y adoptar las medidas necesarias.

Terminemos este capítulo señalando la conveniencia de un estudio completo del aviador en su relación con las aceleraciones, sometiéndole a las correspondientes pruebas mediante la centrifuga, con lo cual podremos descubrir muchos de los trastornos de que nos acabamos de ocupar, y que tan graves e irreparables consecuencias pueden tener dada la forma rápida de producirse.

