

# La fatiga en los aviadores

Por el Capitán Médico EVELIO DE ELIZALDE

## I

La interpretación que sobre la fatiga se da vulgarmente se ha hecho partiendo del conocimiento de la fisiología del músculo, y resulta esquematizada y sencilla al extenderla al concepto total de organismo como función animada y completa.

La fatiga es la alteración de la relación entre los procesos de asimilación y de desasimilación.

Nosotros no vamos a considerar la fatiga en los aviadores como una función matemática dependiente de un escaso número de factores, y entre los cuales descuella el supertrabajo muscular, sino que hemos de considerarla como una alteración del organismo en totalidad, y veremos cómo en su aparición y en su disminución interviene el sistema nervioso, el aparato circulatorio y el respiratorio, las glándulas de secreción interna, el trabajo muscular, etc.

No se puede considerar sólo un tipo de fatiga, sino que ésta se manifiesta de diversas maneras, principalmente como fatiga muscular y como fatiga nerviosa.

En el vuelo de altura es frecuente la aparición de alteraciones del sistema nervioso, torpeza y somnolencia; estas sensaciones son distintas de la fatiga propiamente dicha, que puede presentarse sin manifestaciones objetivas y que nos señala la alteración del equilibrio metabólico, sobre el que tiene una gran influencia el sistema nervioso, ejerciendo una especie de protección automática que impide la sobrecarga de trabajo.

La fatiga suele traducirse por una falta de relación entre la intensidad del impulso voluntario y el resultado conseguido.

Esta sensación, como hemos dicho antes, vendrá a ser como un mecanismo de seguridad del sistema nervioso contra la sobrecarga del organismo y que pediría el auxilio de las fuerzas de reserva, restableciendo el equilibrio alterado.

## La fatiga como aviso de peligro.

Durante el vuelo el organismo está en una situación en que necesita movilizar todas sus fuerzas y energías y ampliar sus reservas para colocarse en la nueva situación, después de la cual y por haberse utilizado las reservas disponibles aparece no sólo la fatiga, sino también el agotamiento, observándose cómo la sensación de fatiga estaría al servicio del mecanismo regulador del ritmo consumo-restitución para anunciar al organismo que se están gastando los materiales de reserva y que puede llegarse al agotamiento.

Este estado puede traducirse, aparte del consumo de las reservas energéticas, en la aparición de lesiones orgánicas, algunas irreversibles, que luego condicionarían una disminución de la vitalidad del organismo que haría presentarse la fatiga más precozmente, hasta llegar a colocar al organismo en el estado de enfermedad.

## Causas de fatiga.

Las causas de la fatiga en los aviadores son de origen químico y de origen biológico, pero de tal manera ligadas que es muy difícil aislarlas y atribuir este síndrome a una serie de factores determinados.

Influye mucho en la aparición de la fatiga el estado de entrenamiento del aviador.

## Entrenamiento.

Se sabe, por ejemplo, cómo el volumen-minuto de sujetos adaptados y no adaptados es diferente ante un mismo esfuerzo. Lo mismo ocurre con las funciones respiratorias y el trabajo muscular.

Pero el influjo más beneficioso del entrenamiento es la economía funcional. Nadie se da cuenta de los movimientos tan sensibles que se realizan para escribir con la mano derecha. ¡Y qué penoso escribir con la izquierda! Abrocharse de una determinada manera es función

habitual; basta variarlo para que nos sea imposible realizarlo.

El entrenamiento nos coloca en el movimiento perfecto, ahorrándonos un sinnúmero de movimientos torpes, inútiles, contradictorios y que nos llevan a la fatiga.

Nuestro sistema nervioso, tan complicado y tan maravilloso, tiene una ley fisiológica llamada "del camino emprendido" o "Bahnung", mediante la cual la serie de movimientos que se realizan determinadas veces termina haciéndose habitual, y se efectúan automáticamente mediante un reflejo condicionado. Este reflejo condicionado y esta ley del "Bahnung" nos permiten un ahorro de energías que nos evita la fatiga, y es el entrenamiento el primer factor de ahorro.

La velocidad de presentación de la fatiga depende de la situación total del aviador, así como de las condiciones del vuelo y del aparato, pues es sabido que la reacción individual para un determinado trabajo corresponde al grado de entrenamiento, y se puede decir que el entrenamiento sería en muchos casos lo inverso de la fatiga.

El entrenamiento conduce a un aumento de la velocidad de función, aumento de confianza de la propia capacidad, aumento de la irrigación del músculo y de las reservas glucogénicas.

La aparición de la fatiga va condicionada a la circulación del músculo, y su recuperación depende del arrastre de determinadas sustancias químicas que se han acumulado en el músculo durante el tiempo de trabajo.

#### **Pausas de descanso.**

El cansancio en los aviadores depende de la longitud de las pausas de descanso. No interesa tanto cuidar de los abusos y excesos en el vuelo como de la duración apropiada y conveniente de la pausa de recuperación en tierra, fórmula individual y no generalizable.

## II

### **¿COMO SE MIDE LA FATIGA? ¿PUEDE DETERMINARSE EN UN PLAZO UTIL?**

Mucho se ha investigado sobre este asunto, y aún no ha conseguido delimitarse exactamente la alteración atribuible al trabajo excesivo y a la fatiga.

La desviación de la fórmula leucocitaria hacia la izquierda y el aumento del número de leucocitos son síntomas conocidos. El número de glóbulos rojos sufre alteraciones características, aumentando los tipos jóvenes.

La glucemia tiene una importancia extraordinaria. La cifra de azúcar en sangre está directamente relacionada con la fatiga y su disminución lleva rápidamente al agotamiento, con sensación de debilidad y vértigos. De aquí la importancia de la alimentación azucarada en los pilotos y del pernicioso efecto del alcohol en el vuelo de altura.

La profundidad de la respiración y de la capacidad pulmonar disminuyen. Sobre el estado de la circulación de la presión arterial y número de pulsaciones se han querido montar sistemas que no han dado resultado eficaz.

#### **Sistema nervioso.**

La fatiga del sistema nervioso es el mayor componente del agotamiento del aviador. La emoción en el vuelo, el desgaste de energía para mantenerse alerta frente a los "relojes", el tener que jugarse la vida tan a menudo y otros factores hacen que el desgaste del sistema nervioso sea considerable.

Los nervios periféricos apenas se fatigan, efectuándolo el sistema nervioso central rápidamente.

La falta o déficit de oxígeno hace aparecer plenamente la fatiga del sistema nervioso, cuya sensibilidad es extraordinaria ante el aporte escaso.

En perros a los cuales se les efectúa experimentalmente una oclusión momentánea de las arterias vertebral y carotídea se cansan precozmente cuando se les somete a marchas forzadas.

El trabajo de pie cansa, asimismo, más intensamente.

Psíquicamente, y por sugerencias, se han obtenido efectos que aparentaban la ejecución de un trabajo intenso.

Lo más importante para los aviadores de estos experimentos es la acción que la fatiga precoz, aparecida por el cansancio del sistema nervioso, debido al déficit de O<sub>2</sub> en la altura ejerce, trastornando los reflejos condicionados, base del perfecto dominio del vuelo.

**Trabajo muscular.**

Naturalmente, este estudio sobre la fatiga se ha llevado a cabo más a fondo en el trabajo muscular, más fácil de medir y observar que el resto de las funciones biológicas.

Antes se creía que el exceso de ácido láctico en el músculo era la causa de la fatiga; nuevos conceptos han hecho variar los existentes sobre la química de la contracción muscular.

Meyerhoff y Hill han llegado a la conclusión de que la fatiga depende de un acumulo en los músculos de sustancias llamadas "de fatiga". La respiración de aire rico en oxígeno retrasa la fatiga, apareciendo ésta, por el contrario, cuando hay un débito del mismo.

En el vuelo de altura el déficit de O. hace aparecer más precozmente estas "sustancias de fatiga" y aumenta el ácido láctico en la sangre.

Para no hacer demasiado extenso este trabajo no hablaremos de la resíntesis del ácido láctico, de la alteración del equilibrio ácido-básico y de los procesos de cambios iónicos del aumento de la permeabilidad, etc., etc., que condicionan la aparición de la fatiga en el músculo.

**Secreciones internas.**

Las glándulas de secreción interna ejercen gran influencia en la aparición de la fatiga y en su atenuación.

La corteza suprarrenal, sobre todo, se hipertrofia con el trabajo, llegando hasta un 85 por 100 de su valor, produciendo mayor cantidad de adrenalina, la que actúa influyendo sobre el sistema vasomotor y sobre la contracción muscular, aparte de actuar sobre todas las secreciones internas y sistema nervioso vegetativo.

**Campo visual.**

Un factor importante en la fatiga de vuelo es la disminución del campo visual, que es poco acusada para el blanco y gris, y más acusada en los colores fuertes, rojo, azul y amarillo.

Se produce una disminución de la extensión del campo visual cuando el piloto se remonta a gran altura, debido principalmente al déficit de oxígeno, disminución que, sin embargo, no se ha observado en casos de montañeros y escaladores.

Los factores subjetivos en estos casos deben no ser tenidos en cuenta, pues la altura, la escasez de oxígeno y otros factores colocan al avia-

dor fatigado en un estado de euforia, de superactividad, que le lleva a no percibir correctamente las sensaciones. Cree que ve mejor y casi siempre se le reduce el campo visual; cree que está activo y está superexcitado, "pasado de forma", y ya los aviadores veteranos conocen esta aparente excitación, preludio del agotamiento. La emoción en el vuelo hace a veces aparecer trastornos visuales subjetivos.

**CUADRO NUM. 1**

*Principales causas por las que se presenta la fatiga en los aviadores.*

De origen físico.	}	Déficit de oxígeno.
		Frío.
		Desentrenamiento.
De origen biológico ... ..	}	Falta de endurecimiento y resistencia a los agentes atmosféricos.
		Carencia de educación física.
		Sueño y reposo escaso.
De origen químico ... ..	}	No aptitud para el vuelo.
		Alteraciones en los aparatos circulatorio y respiratorio.
		Trastorno orgánico o funcional de las glándulas de secreción interna.
De origen psicológico ... ..	}	Cansancio muscular.
		Alteraciones orgánicas o funcionales del sistema nervioso.
		Trastornos del metabolismo.
De origen alimenticio ... ..	}	Excesos sexuales.
		Acumulación de sustancias de fatiga.
		Alteración del equilibrio ácido-básico.
De origen psicológico ... ..	}	Alteración del equilibrio iónico del plasma.
		Trastorno en la formación y eliminación del ácido-láctico.
		Trastorno en la asimilación del fósforo.
De origen psicológico ... ..	}	Intoxicaciones crónicas (alcohol, tabaco, morfina, etc.).
		Ingestión exagerada de sulfamidas.
		Falta de preparación para el vuelo.
De origen psicológico ... ..	}	Emoción de vuelo.
		Tensión continua y alerta constante.
		Desgaste del sistema nervioso.
De origen psicológico ... ..	}	Desentrenamiento.
		Combate.
		Alimentación escasa y deficiente.
De origen psicológico ... ..	}	Desequilibrio entre los principios inmediatos.
		Déficit de azúcar.
		Déficit de vitamina, especialmente de C7B1.
De origen psicológico ... ..	}	Exceso de alcohol.

## III

**MEDIOS DE LUCHA CONTRA LA FATIGA**

La fatiga ha tratado de retrasarse mediante la acción de diversos factores, entre los cuales la alimentación sana y abundante, la irradiación ultravioleta y la ingestión de compuestos fosforados, glucosa y medicamentos varios son los más conocidos.

**Alimentación.**

La alimentación del aviador tiene una importancia esencial en la aparición de la fatiga. El número de calorías ingeridas, el aporte de hidratos de carbono y el equilibrio entre los principios inmediatos hacen que la alimentación, aun siendo normal en tierra, permita presentarse más rápidamente la sensación de fatiga.

Las reservas, especialmente glucogénicas, son un factor a tener en cuenta.

Nosotros creemos que la alimentación del aviador debe tener de 4.000 a 5.000 calorías, no siendo pesada ni que deje grandes residuos.

La carne debe consumirse diaria y abundantemente, y la cantidad que debe ingerirse en período activo de vuelo de los distintos alimentos son unos 250 gramos de proteínas, 200 gramos de grasa y 500 gramos de hidratos de carbono.

La administración de preparados de fósforo coloca al organismo en mejores condiciones, aumenta la fuerza muscular y la capacidad de atención, disminuye el tiempo de recuperación del músculo. Los compuestos orgánicos son más eficaces, así como la lecitina y la glucosa.

No se sabe exactamente cómo actúa el azúcar para disminuir la fatiga y aumentar la capacidad funcional, pero su ingestión coadyuva eficazmente a la rápida recuperación.

**Vitaminas.**

Para el aviador es esencial consumir grandes cantidades de vitaminas, especialmente la C y la B<sub>1</sub>, que disminuyen rápidamente la sensación de cansancio y alejan la fatiga.

El ácido ascórbico o vitamina C es más necesario durante el ejercicio muscular, y su déficit ocasiona: adinamia, cansancio y fatiga rápida. Esta vitamina aumenta la actividad de la adrenalina, colina y tiroxina, e interviene en la fisiología de las glándulas suprarrenales, que tan considerable influencia tiene en la génesis de la fatiga y en la resistencia general del organismo.

La importancia que la vitamina B<sub>1</sub> tiene sobre el metabolismo en general hace que su administración sea indispensable. Interviene en la rápida recuperación del sistema nervioso y necesita estar presente en el metabolismo normal de la glucosa. Su carencia, junto a una intensa actividad muscular, puede ocasionar hipertrofia de las cápsulas suprarrenales.

La vitamina D es indispensable para la asimilación del calcio y del ácido fosfórico, así como aumenta el cociente azúcares: Acido láctico. Esta vitamina se relaciona asimismo con las glándulas tiroides y paratiroides, cuyas funciones son básicas del organismo.

La vitamina A tiene gran importancia al aumentar la capacidad de la resistencia general del organismo frente a los agentes exteriores y frente a las infecciones, y en el aviador, entre otras causas, por estar ligada a la carotina y carotinoides, sustancias indispensables para la formación de la púrpura retiniana o rodopsina.

**Aporte de oxígeno.**

Lo característico en el aviador es la acción que la falta de oxígeno, el frío y la disminución de la presión atmosférica ejerce sobre él. Para que el aporte de oxígeno se haga en perfectas condiciones necesita el juego combinado de la respiración y de la circulación sobre las que influyen factores como la secreción de adrenalina, capacidad pulmonar, volumen-minuto, pulso, tensión arterial, etc. Todos estos factores contribuyen directamente a la aparición o retardo de la fatiga; sobre ésta se puede actuar mejorando la circulación de la sangre, que arrastra las sustancias de fatiga y aporta el oxígeno necesario, atacando su componente nervioso y, principalmente, actuando por medio de fármacos sobre el sistema nervioso central.

**Medicamentos.**

Los medicamentos tónicos como la estroquina, el cardiazol y la cafeína actúan eficazmente. Hoy día se utilizan unos preparados, como la benzedrina, la peruitina y la simpatina, que retardan la fatiga y colocan al organismo en mejores condiciones de trabajo, y el abuso de las cuales puede ocasionar trastornos considerables. Estos preparados aumentan la capacidad funcional y la actividad, permitiendo una mayor utilización de las reservas orgánicas. Su uso sólo debe recomendarse a los sujetos bien nutridos y entrenados.

**Educación física.**

La perfecta educación física del aviador, a la que siempre debemos aspirar, prepara al personal para resistir esfuerzos superiores a lo normal; el entrenamiento constante que se necesita para practicar cualquier deporte, la dureza de ciertas pruebas deportivas, el dominio de sí que se necesita para ganar una competición, etcétera, hace que el deporte sea uno de los mejores medios de endurecer al aviador para resistir mejor la fatiga del vuelo. Conscientes de nuestro propósito de conseguir en un plano horizontal lo que luego se va a exigir en la dimensión vertical, no cejaremos en nuestro empeño de vencer a la mayoría de las excelencias y conveniencias de la educación física necesaria para fortalecer el ánimo y el cuerpo, e indispensable cuando se trata de unos hombres como los aviadores, que van a ser sometidos a duras y esforzadas pruebas. De estas consideraciones se deriva, sobre todo, la necesidad de un descanso cómodo, de una recuperación completa y de un

CUADRO NUM. 2

*Medios más conocidos para luchar contra la fatiga del aviador.*

Alimenticios:...	} Alimentación sana y abundante.	} Vitami- nas... {	} Acido ascórbico — Vi- tamina C, Carotinoides — Vita- mina A, Aneurina — Vitami- na B <sub>1</sub> .		
				} Hidratos de carbono.	
Químicos.....	} Administración de compuestos de fósforo orgánico. Buen aporte de oxígeno.	}	}		
				} Buena capacidad pulmonar. Mejora de la circulación de la sangre.	
Biológicos ... ..	} Buen dominio del sistema ner- vioso.	}	}		}
				} Regularización del metabolismo general.	
Farmacológicos.	} Fármacos estimulantes (cardia- zol, estrictina, etc.).	}	}		}
				} Fármacos simpaticomiméticos (pervitina, bencedrina, sim- patina).	
Físicos ... ..	} Irradiación ultravioleta. Educación física, gimnasia, de- portes.	}	}		}
				} Endurecimiento corporal.	
				} Vestidos apropiados.	

reposo completo que después de reponer al individuo no le hagan fatigarse de nuevo.

Hay que tener en cuenta que si las pausas de descanso y el reposo no se llevan al extremo, las lesiones causadas por la fatiga y el cansancio se van acumulando y pueden llegar a ser irreversibles y definitivas.

Evitemos, pues: 1.º Volar sin estar suficientemente entrenados. 2.º Exigir a nuestro organismo más de lo que puede dar de sí. 3.º Comer excesos que lleven al agotamiento. 4.º No guardar el reposo y la pausa de descanso convenientes después de una serie de vuelos que lleven a la fatiga.

Siguiendo estas escuetas normas puede evitarse la fatiga perjudicial, la que lleva a la ruina del organismo y la que permite que luego ocurran los graves accidentes de aviación, que en su día pudieron ser evitados.

Cansar el cuerpo y el espíritu es sano y beneficioso; fatigarse es perjudicial; agotarse es mortal. Pongamos, pues, lo que esté a nuestro alcance para no llegar al último término.

**Conclusiones.**

De este breve y ligero estudio y de los resultados experimentados de diferentes autores se desprende:

1.º La fatiga del aviador es más interesante determinarla objetiva que subjetivamente.

2.º La fatiga no sólo se señala por el cansancio muscular, sino también por la alteración del equilibrio dinámico y metabólico del sujeto afectando a todo el organismo.

3.º La escasez del oxígeno hace aparecer más rápidamente la fatiga.

4.º La fatiga puede combatirse eficazmente, puede retardarse y, sobre todo, puede acostumbrarse al sujeto a resistir el cansancio.

5.º El entrenamiento es el medio más eficaz de luchar contra la fatiga.

6.º Uno de los pilares del entrenamiento del aviador y de la perfecta "puesta en forma" es la educación física, rectamente dirigida, conscientemente ejecutada y constantemente realizada.

7.º El deporte es el mejor medio de endurecer al individuo contra la fatiga.

8.º El descanso, el sueño y el reposo deben ser bien administrados para evitar la fatiga.