

El piloto militar de alto rendimiento: cambios generados durante el vuelo

The high-performance military pilot: changes imposed during the flight

Resumen: Este artículo tiene como objetivo exponer y discutir la condición física y los cambios fisiológicos y psicológicos que generan a los pilotos de alto rendimiento. El vuelo de alto rendimiento provoca una serie de reacciones fisiológicas, como cambios en los sistemas cardiovascular, respiratorio y mecánico, dadas las elevadas aceleraciones y la fuerza G impuesta en las actividades de entrenamiento u operaciones. El entrenamiento físico puede contribuir a una mejor adaptación a los cambios fisiológicos del vuelo de alto rendimiento al atribuir mayor resistencia, fuerza y control de las acciones de los pilotos durante sus actividades. Los aspectos psicológicos y físicos también se ven afectados en los pilotos ante la necesidad de respuestas rápidas y asertivas en momentos de presión y estrés, ya sea físico o mental. Por lo tanto, el vuelo de alto rendimiento provoca estrés físico y psicológico al piloto, en el cual la fuerza G sobre el eje Z y la alta aceleración son las principales responsables de las variaciones fisiológicas y mentales en estos profesionales.

Palabras clave: Piloto, Aeronaves, Militares, Monitoreo, Fisiológico, Gravitación.

Abstract: This article aims to present and discuss physical fitness, physiological and psychological changes caused by high-performance pilots. High-performance *flight* provides a series of physiological reactions to pilots, such as changes in the cardiovascular, respiratory, and mechanical systems, given the high accelerations and G-force imposed in their training or operations activities. Physical training can contribute to better adaptation to the physiological changes of high-performance *flight*, providing greater endurance, strength, and control of pilots' actions during their activities. Psychological and physical aspects are also affected in pilots, due to the need for quick and assertive responses in moments of pressure and stress, be it physical or mental. Then, high-performance *flight* causes physical and psychological stress to the pilot, with the G force in the Z axis and high acceleration being the main responsible for physiological and mental variations in these professionals.

Keywords: Pilot, Aircraft, Military Personnel, Monitoring Physiologic, Gravitation.

Amanda Bárbara da Silva Guimarães 

Universidade Estadual do Maranhão.
Licenciatura em Educação Física.
São João dos Patos, Maranhão, Brasil.
amandabarbarasjp@gmail.com

Marcos Alexandre Carvalho Torres 

Universidade Estadual do Maranhão.
Licenciatura em Educação Física.
São João dos Patos, Maranhão, Brasil.
marcosalecarvalho05@gmail.com

Pedro Gabriel Dias Coêlho 

Universidade Estadual do Maranhão.
Licenciatura em Educação Física.
São João dos Patos, Maranhão, Brasil.
pedrogabrieldiascoelho@gmail.com

Ana Maria Siqueira Neiva 

Universidade Estadual do Maranhão.
Licenciatura em Educação Física.
São João dos Patos, Maranhão, Brasil.
ananeiva997@gmail.com

Joyce Freitas Noletto 

Universidade Estadual do Maranhão.
Licenciatura em Educação Física.
São João dos Patos, Maranhão, Brasil.
joycefreitasnoletto@gmail.com

Marcos Antonio do Nascimento 

Universidade Estadual do Maranhão.
Programa de Pós-Graduação em Educação Física. São Luís, Maranhão, Brasil.
marcosdonascimento@professor.uema.br

Recibido: 13 dic. 2024.

Aprobado: 27 enero 2025

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



Creative Commons
Attribution Licence

1 INTRODUCCIÓN

La fascinación por volar siempre se ha mantenido en la humanidad. Los mayores avances en el campo de la aviación se remontan al siglo XX, específicamente entre 1901 y 1914, período conocido como la “era pionera” de la aviación (Rangel, 2022).

El ser humano ha buscado salir de su medio natural donde se ha desarrollado y ha intentado conquistar otros espacios para los cuales no está adaptado, como el marítimo y el aéreo. A lo largo del tiempo, el espacio aéreo ha sido uno de los más difíciles de alcanzar, además de ser el último a lograrse, y esto es lo que mueve al hombre en la constante busca de soluciones para explorarlo de manera más rápida y eficaz (Sá, 2015).

Actualmente, la aviación comercial es utilizada, a nivel mundial, por más de 2.700.000 millones de personas al año, con distintos objetivos desde negocios hasta turismo, lo que se debe a la eficiencia, al confort y a la capacidad de integración entre ciudades y países. Además de estos aspectos, volar es uno de los medios de transporte más seguros (Palhares; Espírito Santo, 2001).

Al principio, la aviación se centraba sólo en el sector del transporte. Pero, a partir de la Primera Guerra Mundial, el avión empezó a adaptarse como arma de guerra (Morrow, 1996). En la Segunda Guerra Mundial, los aviones de combate se utilizaban en gran cantidad y eran muy eficaces como arma militar (Silva Júnior, 2006). Los aviones de combate se utilizan para vuelos de combate, en la vigilancia del espacio aéreo y en el enfrentamiento directo con otras aeronaves. Dados estos factores, este tipo de vuelo provoca mayores sobrecargas para la aviación militar en relación con la maniobrabilidad y las altas aceleraciones alcanzadas (Lopes, 2018).

La evolución aeronáutica pasó de un vuelo de pocos metros a aeronaves que pueden volar en prácticamente todas las condiciones meteorológicas, durante el día o la noche, con velocidades que superan el triple de la velocidad del sonido, en misiones de muchas horas seguidas y con una variedad de tareas con complejidades crecientes (Candeias, 2007).

Durante el vuelo, el piloto está propenso a sufrir varios cambios fisiológicos, tales como visión grisácea, desorientación espacial y, en casos más extremos, pérdida de conciencia (G-LOC) (Akparibo; Chumbley, 2020). También son comunes operaciones en medios química o biológicamente contaminados, la relación de estrés físico como el *jetleg*, los cambios en el ciclo circadiano y el estrés ambiental de caliente/frío (Gindhart Junior, 1999). A esto se agrega los cambios que generan el propio vuelo, como vibración, presurización, disbarismo, hipoxia, variaciones de temperatura, calidad del aire, ruido, entre otros (Gul; Salmanoglu, 2012; Sauvet et al., 2009). El piloto está propenso a sufrir cambios psicológicos con la carga de trabajo a bordo, el estrés, la complejidad de la misión y la percepción de la situación, lo que puede generar consecuencias cognitivas y psicomotoras, además de interferencias en la transmisión de información, en la asimilación de información por el piloto y en la generación de desorientaciones e ilusiones causadas por el exceso o mala interpretación de la información (Candeias, 2007).

En el vuelo de alto rendimiento se requiere del piloto altos niveles de destreza, de resistencia física, de juicio adecuado y de capacidad para manejar todos los sistemas de la aeronave con rapidez en sus acciones y excelencia en capacidades psíquicas y físicas (Candeias, 2007).

Para reducir estos efectos y aumentar la tolerancia de los pilotos se utilizan algunas estrategias como uso de trajes anti-G, asientos reclinables y la maniobra de respiración AGSM (*Anti G Straining Maneuver*) (Burns et al., 2001; Yun; Oh; Shin, 2019; Pollock et al., 2019).

En vista de la rápida evolución tecnológica de la aviación, son necesarias estrategias eficaces dirigidas a promover una mayor tolerancia de la Fuerza G, y es importante redefinir y comprender los parámetros de ingeniería y los parámetros fisiológicos que modulan y determinan esta tolerancia a altas aceleraciones (Bulbulian et al., 1994). Entre los factores intrínsecos que involucran la tolerancia a la fuerza G se destacan: sexo (Convertino et al., 1998), masa corporal, composición corporal, edad, altura y variables hemodinámicas como la regulación de la presión arterial (PA) y la frecuencia cardíaca –FC– (Ludwig et al., 1987; Hinghofer-Szalkay, 2011).

La evolución estructural y de rendimiento de las aeronaves en los últimos años ha alcanzado niveles extremadamente altos de capacidad y velocidad, pero esta no es la única preocupación; en el teatro de guerra moderno, si no hay asociación de sistemas y plataformas de armas incrustadas, esta evolución sería totalmente inútil. Estos puntos mencionados tratan de agilidad operativa, sin embargo, el piloto es el vínculo entre todos los puntos de esta evolución (Candeias, 2007).

La discusión sobre la influencia de la condición física en la tolerancia a la fuerza G continúa siendo objeto de debates, principalmente los estudios relacionados con el entrenamiento aeróbico y anaeróbico que aún tienen datos contradictorios (Bulbulian et al., 1994; Newman; White; Callister, 1999). En este contexto, este artículo pretende presentar y discutir los cambios fisiológicos, la relación entre la condición física y la fuerza G y los aspectos psicológicos en los pilotos de alto rendimiento.

2 METODOLOGÍA

Se trata de una revisión narrativa, de enfoque cualitativo y descriptivo desarrollada durante el mes de mayo de 2023 a partir de una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Lilacs y PubMed. La elección de las bases de datos se debió a que estas tienen manuscritos indexados en el sector salud en diferentes contextos y son reconocidas en el campo científico.

Para la búsqueda se utilizaron los siguientes Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS): “pilot”, “aircraft”, “physiologic”, “gravitation” y “military personnel”.

La estructuración del problema se determinó a partir del acrónimo PICO (población, interés, contexto, resultado), con P = pilotos, I = vuelo de alto rendimiento y C = militares, O= se espera encontrar los impactos causados al cuerpo humano durante el vuelo de alto rendimiento. Por lo tanto, se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los posibles impactos en la condición física, en los cambios fisiológicos y psicológicos de pilotos durante el vuelo de alto rendimiento?

3 CAMBIOS FISIOLÓGICOS DURANTE EL VUELO DE ALTO RENDIMIENTO

Se definen aeronaves de alto rendimiento como aquellas con una capacidad de mantener constante +6G, una fuerza que se aplica al piloto y que resulta de su peso y que puede variar según la aceleración del avión (Candeias, 2007).

Debido a la fuerza resultante de la alta aceleración, las estructuras orgánicas que más se dañan en los pilotos son el sistema cardiovascular, el sistema respiratorio y las estructuras mecánicas, especialmente la columna vertebral (Balldin, 2001). La fuerza G puede ser aplicada por la acción de la gravedad o por alguna fuerza aceleradora que cambia la posición del cuerpo (Sá, 2015).

En el momento del vuelo, distintas fuerzas resultantes de altas aceleraciones actúan sobre diferentes ejes de movimiento: eje X (sagital / frontal para posterior), Y (transversal / derecha a izquierda) y Z (longitudinal / craneal-podal) (Sá, 2015), la fuerza G puede ser positiva o negativa a depender de la dirección de la fuerza.

En este contexto, destaca la fuerza aplicada en el eje Z en la dirección craneal-podal. Cuando la dirección de la fuerza G sobre el eje Z es positiva, la sangre se dirige hacia los pies, lo que a su vez lleva al aumento de la presión en las extremidades inferiores. Banks et al. (2008) también apuntan que el desplazamiento sanguíneo se incrementa a medida que aumenta la $+G_z$; por esta y otras razones, la presión arterial sistólica (PAS) puede alcanzar valores de cerca de 300 mmHg en las extremidades inferiores y valores muy bajos en la parte superior del cuerpo (Balldin, 2001; Eiken et al., 2012). Estos cambios hemodinámicos pueden influir en un menor rendimiento de la misión si el piloto no estaba preparado totalmente para soportarlos.

Los cambios en el sistema cardiovascular resultantes de la exposición a la fuerza $G+$ son causados por el cambio en el gradiente hidrostático que se encuentra en el sistema venoso arterial. Estos cambios influyen en el tamaño de los vasos sanguíneos, lo que a su vez termina afectando el flujo sanguíneo regional y el contenido sanguíneo en su conjunto (Rainford, 2006).

Los efectos cardiovasculares de la exposición a la aceleración se manifiestan primero en la visión y en los niveles suficientes de elevación en la aceleración y generan pérdida de conciencia (Albuquerque, 2012); pues con la reducción del flujo sanguíneo en la retina, se produce una pérdida de visión periférica llamada “visión de túnel”, que progresa a “visión de tubo” y sigue rápidamente a una visión gris conocida como *Gray out* (Oliveira-Silva, 2016); si se mantiene la hipoxia, se producirá un oscurecimiento total, *Black Out*, y llegará a una pérdida total de la conciencia (G-LOC) (Silva Júnior, 2006). El estudio de Xin-Sheng et al. (2012) realizado con pilotos en una centrífuga humana demostró que los miembros de la tripulación bajo alta carga G pueden pasar 12 segundos bajo incapacidad absoluta debido a G-LOC, y 16 segundos bajo incapacidad relativa.

La exposición a la aceleración $+G_z$ causa cambios inmediatos importantes en la distribución de la presión en los sistemas arterial y venoso, lo cual induce a cambios en el flujo sanguíneo, los cuales resultan en respuestas reflejas que involucran los barorreceptores arteriales y posiblemente los receptores cardiopulmonares de baja presión y quimiorreceptores arteriales. Los reflejos a nivel local también tienden a influir en la respuesta de la PA a la exposición a la aceleración (Rainford, 2006, p. 144).

Al comienzo de la exposición a la aceleración $+G_z$, la PA se mantiene, pero disminuye lentamente con la exposición continua de 6 a 12 segundos (Sá, 2015). Con la disminución de la PA, el sistema nervioso simpático (SNS) incrementa la FC, lo que aumenta la fuerza de contracción y la conducción de impulsos eléctricos en un intento de compensar los cambios (SÁ, 2015). Green (2016) señala que la adición de 4,5 $+G_z$ durante 30 a 60 s puede modificar drásticamente la PA hasta el punto de alcanzar 300 mmHg en el lecho femoral y 0 mmHg en las arterias cerebrales.

Como consecuencia de la redistribución de la sangre hacia las extremidades inferiores, se puede inducir hipotensión cerebral, lo que causa daños de perfusión cerebral y aumenta los riesgos del sistema cardiovascular al no cumplir con las necesidades del sistema nervioso central (Rangel, 2022).

Otro factor relevante relacionado con la salud de los pilotos está en el estudio de la Fuerza Aérea Holandesa, que realizó una investigación con 128 pilotos de F-16 sobre la degeneración a la columna vertebral durante la operación continua después de ocho años. Los resultados permitieron concluir que hay una rápida degeneración de la columna vertebral, sin embargo, esta degeneración no generó discapacidad física a los participantes del estudio (RTO, 1999). Este tipo de situación puede influir en una reducción temprana de la vida profesional del piloto.

Otros efectos causados por la aceleración son arritmias cardíacas, rupturas de los capilares de la piel y aumento de los niveles de hormonas como la adrenalina, la noradrenalina y el cortisol sérico (Rainford, 2006).

Cuando se relaciona el piloto a la aeronave, los campos más afectados directa o indirectamente y que pueden llevar a un mayor número de accidentes son el estrés, la complejidad de la misión, la percepción de la situación y la carga de trabajo a bordo en el campo psicológico; la fatiga, la enfermedad de descompresión, la desorientación espacial y la protección a G en el campo físico; y el programa de entrenamiento y proceso de selección en el campo de selección y entrenamiento (Candeias, 2007).

4 CONDICIÓN FÍSICA Y TOLERANCIA A LA FUERZA G

El organismo humano es extremadamente adaptable (Aboitiz; Montiel, 2012; Hofman, 2014). Gracias a esta capacidad, el hombre puede vivir en diferentes ambientes, factor que permite que la especie humana crezca y se desarrolle en todas las regiones del planeta (Slessarev et al., 2010).

Esta capacidad adaptativa no se da de la misma manera con todos los individuos, ya que depende de factores relacionados con el volumen e intensidad de los estímulos (Yashin et al., 2007) y con la capacidad de respuesta, además de la posibilidad de minimizarla debido al avance de la edad (Arbeev et al., 2011). Estos factores son esenciales para el ingreso y mantenimiento de la vida profesional del piloto de alto rendimiento.

Es importante señalar que volar no forma parte de la lista de capacidades físicas de la especie humana (Boullosa et al., 2013) y, por lo tanto, puede traer adaptaciones no deseadas o inciertas, por la cual los humanos no estamos preparados como especie.

El vuelo en espacios con alta gravedad impone al piloto una gran tensión metabólica y cardiorrespiratoria en el cuerpo (Tesch; Hjort; Balldin, 1983). Para reducir los efectos de la exposición a la fuerza G, los militares adoptan algunas estrategias, tales como el uso de trajes anti-G, asientos reclinables y la maniobra respiratoria AGSM (*Anti G Straining Maneuver*) (Burns et al., 2001; Yun; Oh; Shin, 2019), con el fin de evitar la G-LOC y aumentar la adaptación o compensación del sistema cardiovascular a exposiciones repetidas a entornos de alta carga (Lin; Wang; Li, 2012); maniobras que terminan generando cansancio y fatiga local al piloto (Tesch; Balldin, 1984). Otro aspecto relevante es que altas aceleraciones disminuyen la capacidad para realizar tareas psicomotoras, y por encima de 7 G se observa una disminución de la capacidad psicomotora (Candeias, 2007).

Las maniobras de vuelo pueden generar grandes demandas físicas como FC cercanas al máximo y consumo de oxígeno superior al 70% del VO_{2max} , cambios suficientes para generar fatiga periférica causada por un trabajo muscular excesivo (Guézennec et al. 2001). Dado lo anterior, se entiende que es necesario desarrollar una buena condición de actividad física

(Banks et al., 2008), con énfasis en aumentar la capacidad aeróbica y la fuerza (Newman; White; Callister, 1999).

La mejora de la condición física ocasiona mayor longevidad y mejoría de las actividades de la vida diaria. Según Palma y Paulich (1999), los pilotos que tienen una mejor condición física pueden soportar más eficazmente el desgaste inherente a la profesión. Kube (2010) menciona que una excelente condición física puede minimizar los efectos de la fatiga, y para satisfacer las necesidades de esta población que son muy específicas, es necesario elaborar un entrenamiento aeróbico y anaeróbico equilibrado. Cuanto más específico y personalizado sea el entrenamiento, mejor será el resultado de los pilotos en su entrenamiento y misiones reales.

En el ámbito militar, el ejercicio físico juega un papel importante en la preparación de los pilotos (Lima et al., 2011; Assa et al., 2011), debido principalmente a las condiciones respiratorias, cardiovasculares, mecánicas, psicológicas y térmicas a las que está expuesto el aviador en su rol. Varios estudios han investigado la influencia de la actividad física y de la condición cardiorrespiratoria en el sistema autónomo cardiovascular (Goldsmith et al., 1992), pero los hallazgos son divergentes.

Con el desarrollo de aviones de combate de alto rendimiento que llegan a grandes fuerzas “G”, hay más restricciones al piloto en este factor. Por lo tanto, el papel de la condición física pasó a llamar más atención; y probablemente el factor limitante para sostener cargas altas +G es la baja resistencia muscular en las extremidades inferiores, abdomen, columna lumbar y cervical (Guimarães, 2017).

Las personas que se someten a +G necesitan un sistema cardiovascular capaz de reaccionar rápidamente a la tendencia de la sangre a acumularse en las extremidades inferiores. Sin embargo, el entrenamiento aeróbico impone reducciones muchas veces significativas en la reacción del sistema cardiovascular (Guimarães, 2017).

Es sabido que el entrenamiento físico aeróbico puede causar cambios estructurales en el sistema cardiovascular, como aumento en el volumen sanguíneo total; aumento de las cavidades cardíacas; reducción de la respuesta barorrefleja carotídea y aórtica e hipertrofia ventricular (Raven, Pawelczyk, 1993; Martinelli, 1997), lo que resulta en una respuesta atenuada de FC y vasoconstricción ante la hipotensión ortostática; y esto puede contribuir a la intolerancia ortostática debido a la disminución del volumen vascular cerebral en la ortostasis, aunque son cambios beneficiosos para el ejercicio.

El entrenamiento aeróbico no parece interferir en la tolerancia a la fuerza G (Crisman; Burton, 1988). Existe evidencia de que la condición aeróbica excesiva puede tener efectos perjudiciales sobre la tolerancia a la gravedad, ya que induce un desequilibrio entre la actividad parasimpática y simpática y una mayor activación vagal. Guimarães (2017) señala que las alteraciones que producen un mayor tono del sistema parasimpático conducen a una menor reacción del tejido cardíaco, lo que provoca un mayor aumento del intervalo de tiempo en la FC y la PA, y genera daños en la perfusión sanguínea del cerebro.

Sin embargo, el entrenamiento anaeróbico no debe excluirse del plan de entrenamiento, puesto que no solo contribuye al fortalecimiento y mantenimiento de una buena salud del sistema cardiovascular y una composición corporal ideal (Guimarães, 2017), sino que reduce el tiempo de recuperación de los músculos utilizados en las maniobras AGSM (Balldin, 1984). Esto se explica por una mejora de la irrigación sanguínea y de las condiciones fisiológicas generales, como la mejora

del sistema de amortiguación de la sangre, la disminución de la acidez circulante, la reducción de los fenómenos de dolor muscular y fatiga, y el favorecimiento de una recuperación más rápida después del esfuerzo físico (Palma; Paulich, 1999).

En el contexto de las necesidades fisiológicas de los pilotos de combate, hay un gran interés por estudios acerca de los efectos agudos y crónicos del entrenamiento aeróbico y anaeróbico sobre la tolerancia G. Los resultados de algunos estudios apuntan a que el entrenamiento de fuerza aumenta la capacidad de los individuos para realizar la AGSM de manera más efectiva, y brinda mayor resistencia al aumento de la fuerza G y durante más tiempo (Crisman; Burton, 1988; Macdougall et al., 1992; Bain et al., 1997); además, autores como Burton, Whinnery, Forster (1987) llegaron a la conclusión de que el vuelo de combate es predominantemente una actividad anaeróbica.

El entrenamiento anaeróbico genera algunos cambios fisiológicos, como aumento de la actividad del sistema simpático; hipertrofia de las fibras de contracción rápida, un tipo de fibra que aumenta más fácilmente su fuerza y sección; disminución de la densidad capilar muscular; y aumento de la capacidad para tolerar cargas de ejercicio (Tesch; Balldin, 1984).

El estudio de Bateman et al. (2006) plantea la cuestión de que un largo período de entrenamiento de fuerza no aumenta los lechos vasculares periféricos al promover una mayor dispersión del flujo y, en consecuencia, hipotensión, lo que perjudicaría la tolerancia G. Sin embargo, Epperson, Burton y Bernauer et al. (1985) observaron los efectos del entrenamiento de resistencia en 7 aviadores durante 12 semanas, en el cual los sujetos se sometieron a cargas G en la centrífuga de 4.5 a 7G. Los resultados mostraron una alta correlación entre el aumento de la fuerza de los músculos abdominales y bíceps e incremento de la tolerancia a la fuerza G, con énfasis en la fuerza de los bíceps, que se consideró decisiva para soportar altas cargas de aceleración.

En el ámbito militar, la literatura destaca el importante papel del ejercicio físico en la preparación de los pilotos (Bateman; Jacobs; Buick, 2006; Lima et al., 2011; Assa et al., 2011), especialmente en vista de las tensiones cardiovasculares, respiratorias, mecánicas, psicológicas y térmicas a los que está expuesto el aviador en su lugar de trabajo. Sin embargo, no hay una conclusión en cuanto al plan de ejercicio ideal para realizar. Algunos autores optan por enfatizar la base aeróbica (Palma; Paulich, 1999; Ribas, 2003; Kube, 2010) y otros (Caiozzo et al., 2009; Newman; White; Callister, 1999) destacan la importancia del ejercicio anaeróbico. Esto deja un vacío en la literatura sobre el efecto de los ejercicios combinados.

El estudio de Ang, Linder y Harms-Ringdahl (2005) analizó la fatiga muscular en el cuello de los pilotos de combate y de helicópteros. Al relacionar el dolor y las consecuencias en el desempeño de estas actividades, los autores destacaron que los pilotos de combate deben tener un entrenamiento físico reforzado en la región del cuello, ya que el debilitamiento en esta región del cuerpo estuvo más relacionado con lesiones por fatiga muscular, y así el dolor puede disminuir la efectividad de la misión. La falta de movilidad del cuello para un piloto de combate durante un combate aire-aire limita la visión de las áreas externas e internas, que es un factor esencial para el éxito en la misión. La fatiga y el dolor en la zona del cuello también causan molestias y reducen la concentración.

No se puede negar que el esfuerzo físico y el estrés a que están sometidos los cadetes aviadores en este caso requieren un análisis más preciso para una posible elaboración e

implementación de un programa especial de gestión de la condición física para los aviadores, con el fin de establecer un punto de referencia de excelencia para las necesidades de la actividad aeronáutica (Kube, 2010).

5 ASPECTOS PSICOLÓGICOS DE VOLAR

Los aspectos psicológicos están vinculados, en ocasiones, a la conducta militar. Es fundamental una formación que prepare al piloto para actuar en situaciones extremas y adversas. A pesar del entrenamiento, también pueden surgir consecuencias psicológicas. La carga de trabajo a bordo, la percepción de la situación, la complejidad de la misión y el estrés son los factores agravantes de estas consecuencias (Candeias, 2007). Estos agravantes pueden interferir en el rendimiento del piloto y causar bajas laborales.

El modelo de trabajo de los pilotos aéreos contiene una serie de características que pueden implicar la salud mental de estos profesionales. Como ejemplo son los turnos rotativos y largos que ocurren en condiciones ambientales muy desfavorables, como baja humedad, espacios de trabajo reducidos, con ruido e iluminación. Además de las condiciones desfavorables en el lugar de trabajo, estos profesionales están sujetos a otros factores asociados con cargas de trabajo adicionales, como entrenamientos intensos, simulaciones de vuelo regulares y pruebas de vuelo reales. Por lo tanto, los numerosos factores intrínsecos al sector aéreo y a las operaciones comerciales requieren de los pilotos una buena salud física y psicológica (Jackson; Earl, 2006).

Hay evidencia de que las aceleraciones generan reducción de las capacidades psicomotoras y cognitivas de esta población. Si las aeronaves de alto rendimiento son capaces de causar aceleraciones y tienen una alta agilidad operativa, entonces las posibilidades de que el rendimiento del piloto se vea afectado y cause la reducción de sus capacidades son mayores. Ante un complejo teatro de guerra en que se presenta a los pilotos en el manejo de una aeronave, con capacidad de recibir toda la información y con potencial para cambiar rápidamente de misión, es importante tratar de limitar estas sensaciones, porque en este contexto la carga de trabajo que tiene el piloto dentro de la cabina es inmensa, así, este profesional necesita evaluar correctamente toda la información para poder tomar una decisión efectiva (Candeias, 2007).

El estrés puede inhibir la capacidad del piloto de manejar la información, es decir, cuanto mayor es el nivel de información que recibe, mayor será la dificultad y el estrés, lo que le impedirá aplicar todos sus conocimientos. El estrés puede generar varias reacciones psicológicas, tales como irritación excesiva, visión de túnel, voluntad de actuar a toda costa, regresión mental y, a veces, un simple bloqueo mental, que son causadas por pilotar aviones de alto rendimiento en una situación real (Feijo; Câmara; Luiz, 2014). Estas reacciones pueden ser un punto clave entre vida y muerte de un piloto ante situaciones de la vida real.

Por lo tanto, los pilotos de aeronaves conforman un grupo de profesionales que también trabajan bajo un nivel significativo de estrés, según plantean Feijo, Câmara y Luiz (2014). Los factores de estrés inherentes al pilotaje (riesgo de accidentes, turbulencias y condiciones climáticas) y al régimen de trabajo (ciclos irregulares de actividad y descanso, largo tiempo alejado de la familia y alta carga de trabajo) requieren del profesional un estricto control de los procesos en los diferentes niveles de operaciones y tareas interconectadas.

En Brasil, la Fuerza Aérea Brasileña (FAB) empezó a brindar atención psicológica en el Instituto de Psicología Aeronáutica (IPA) en 1988; y se creó la Asociación Brasileña de Psicología de la Aviación (Abrapav) en 2013. Ambas instituciones están enfocadas en la seguridad operacional para promover estudios sobre el factor psicológico humano (Medeiros, 2021).

Para una operación estandarizada y segura, se requiere un alto nivel de dedicación, responsabilidad y compromiso con la salud individual que se exige de los pilotos de aeronaves de alto rendimiento. Sin embargo, es un reto el mantenimiento de una buena y equilibrada salud mental y física dadas las interferencias de algunos aspectos inherentes a la profesión.

Coelho (2016, p. 10) cita en su investigación que “el vínculo entre el trabajo y la enfermedad mental ha aumentado la visibilidad debido al alto número de casos de depresión y suicidio en el área de la aviación”.

La actividad realizada por el piloto requiere el control de sistemas complejos que involucren diferentes tareas y niveles de operaciones. Esto genera efectos estresantes que pueden afectar el desempeño del profesional y pueden estar relacionados tanto con las condiciones de trabajo como con las operaciones aéreas (Feijo; Câmara; Luiz, 2014).

Este estudio tiene algunas limitaciones: la mayoría de los estudios abordados se centran en la exposición a la fuerza G a corto plazo, mientras que la recuperación y el efecto a largo plazo de las exposiciones repetidas aún no se evaluaron completamente en la literatura, así como las discusiones presentadas aquí no son generalizables a otros tipos de pilotos e individuos con diferentes condiciones físicas. Como sugerencia para futuras investigaciones, se indican realizar estudios longitudinales para evaluar de manera más efectiva el efecto crónico de la exposición a la fuerza G, la diversificación de los participantes, los entornos realistas y la aplicación de nuevas tecnologías de monitoreo en tiempo real.

Por lo tanto, el monitoreo y la evaluación psicológica de los pilotos de alto rendimiento son necesarios para mantener la salud del piloto y la efectividad de la misión en el entrenamiento o en el combate aéreo.

6 CONCLUSIÓN

La actividad militar en sí misma ya implica varias modificaciones y adaptaciones fisiológicas a lo largo de la carrera necesarias para el adecuado cumplimiento del entrenamiento o misión dada a los militares. La aviación de alto rendimiento, con su alta imposición de aceleración y fuerza G, especialmente en el eje Z, aplica una sobrecarga fisiológica muy alta a los pilotos, que a su vez se puede minimizar mediante entrenamiento cardiorrespiratorio aeróbico y anaeróbico asociado al entrenamiento de fuerza muscular.

La condición física es crucial para la preparación de pilotos de alto rendimiento, debido a altas exigencias de los entornos extremos causados por las fuerzas gravitacionales. El equilibrio de los entrenamientos aeróbico y anaeróbico es muy importante, ya que ambos satisfacen las demandas mecánicas, fisiológicas y psicológicas impuestas por la profesión. Por esto, se deben desarrollar programas de entrenamiento físico personalizados y basados en la evidencia para garantizar la seguridad, el rendimiento y la longevidad de los pilotos.

El control psicológico y mental es otro determinante en la profesión militar, que puede verse afectado por la alta carga de trabajo y/o entrenamiento, por el largo tiempo alejado de la familia, por la complejidad de las misiones, entre otros factores; por lo que es esencial para los pilotos

de alto rendimiento, dada la gran demanda de sus tareas y la necesidad de una toma de decisiones rápida y efectiva.

La comprensión de los efectos fisiológicos, físicos y psicológicos por parte de pilotos e instructores permite desarrollar estrategias y entrenamientos orientados a aumentar la tolerancia a la fuerza G, con el fin de reducir los riesgos de pérdida de conciencia (G-LOC) o desorientación, para que se brinde una operación más segura.

Por lo tanto, los estudios de campo son necesarios con estrategias para mitigar los efectos causados a los pilotos de vuelo de alto rendimiento, así proporcionarán una mayor longevidad para los pilotos y efectividad en la misión.

COLABORACIÓN DE LOS AUTORES

Todos los autores participaron de manera equivalente en la preparación del artículo.

REFERENCIAS

- ABOITIZ, F.; MONTIEL J. F. From tetra pods to primates: conserved developmental mechanisms in diverging ecological adaptations. **Progress in Brain Research**, [s. l.], v. 195, p.3-24, 2012. DOI: 10.1016/B978-0-444-53860-4.00001-5
- AKPARIBO, I. Y.; CHUMBLEY, E. Aerospace, Gravitational Effects, High Performance *In*: AKPARIBO, I. Y.; CHUMBLEY, E. **StatPearls**. Treasure Island: StatPearls, 2020
- ALAGHA, B. *et al.* Hypoxia symptoms during altitude training in professional Iranian fighter pilots. **Air Medical Journal**, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 28-32, 2012.
- ALBUQUERQUE, M. P. **Desenvolvimento de uma centrífuga humana movida a exercício para treinamento de pilotos e pesquisas aeroespaciais**. 2012. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- ANG, B.; LINDER, J.; HARMS-RINGDAHL, K. Neck strength and myoelectric fatigue in fighter and helicopter pilots with a history of neck pain. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 76, n. 4, p. 375-80, 2005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15828638/>. Acesso em: 23 maio 2023.
- ARBEEV, K. G. *et al.* Age trajectories of physiological indices in relation to healthy life course. **Mechanisms of Ageing Development**, [s. l.], v. 132, n. 3, p. 93-102, 2011. DOI: 10.1016/j.mad.2011.01.001
- ASSA, A. *et al.* Echocardiographic evaluation and follow-up of cardiac and aortic indexes in aviators exposed to acceleration forces. **Journal of the American Society of Echocardiography**, [s. l.], v. 24, n. 10, p. 1163-1167, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.echo.2011.06.001>
- BAIN, B.; JACOBS, I.; BUICK, F. Respiratory muscle fatigue during simulated air combat maneuvering(SACM). **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 68, n. 2, p. 118-125, 1997. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9125087/>. Acesso em: 23 maio 2023.
- BALLDIN, U. I. Acceleration effects on fighter pilots acceleration-induced loss of consciousness medications for pilots of high-performance aircraft. *In*: BALLDIN, U. I *et al.* **Acceleration effects on fighter pilots**. Medical Aspects of Harsh Environments. [S. l.]: [s. n.], 2001.
- BALLDIN, U. I. Physical training and +Gz tolerance. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], p. 991-992, 1984.
- BANKS, R. D. *et al.* Human Response to Acceleration. *In*: DAVIS, J. R. **Fundamentals of aerospace medicine**. 4. ed. Philadelphia: [s. n.], 2008.

BATEMAN, W. A.; JACOBS, I.; BUICK, F. Physical conditioning to enhance +Gz tolerance: issues and current understanding. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 77, n. 6, p. 573-580, 2006. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16780233/>. Acesso em: 5 jun. 2023.

BOULLOSA, D. A. et al. Do Olympic Athletes Train as in the Paleolithic Era? **Sports Medicine**, [s. l.], v. 43, n. 10, p. 909-17, 2013. DOI: 10.1007/s40279-013-0086-1.

BULBULIAN, R. et al. The effects of strength training and centrifuge exposure on +Gz tolerance. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 65, n. 12, p. 1097-1104, 1994. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7872910/>. Acesso em: 5 jun. 2023.

BURNS, J. W. et al. Protection to+ 12 Gz. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 72, n. 5, p. 413-421, 2001.

BURTON, R. R.; WHINNERY, J. E.; FORSTER, E. M. Anaerobic energetics of the simulated aerial combat maneuver (SACM). **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 58, n. 8, p. 761-767, 1987. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3632535/>. Acesso em: 5 jun. 2023.

CAIOZZO, V. J. et al. Artificial gravity as a countermeasure to microgravity: a pilot study examining the effects on knee extensor and plantar flexor muscle groups. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 107, n. 1, p. 39-46, 2009. DOI: 10.1152/jappphysiol.91130.2008

CANDEIAS, C. J. G. **Impacto Provocado pelo Voo em Aviões de Alta Performance no Organismo Humano**. 2007. 46 f. Trabalho (Investigação Individual) - Instituto de Estudos Superiores Militares, Curso de Promoção a Oficial Superior da Força Aérea, Lisboa, Portugal, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/12660>. Acesso em: 5 jun. 2023.

COELHO, D. R. **Transtornos Mentais em Aeronautas Brasileiros e a Segurança Operacional**. 2016. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2016. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/8112/1/Monografia%20-DANIELA%20RAMOS%20COELHO.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2023.

CONVERTINO, V. A. High sustained +Gz acceleration: physiological adaptation to high-G tolerance. **Journal of Gravitational Physiology**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 51-54, 1998. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11542364/>. Acesso em: 26 ago. 2023.

CRISMAN, R. P.; BURTON, R. R. **Physical fitness program to enhance aircrew G tolerance**. [S. l.]: Naval Aerospace Medical Research Laboratory, 1988.

EIKEN, O. et al. G tolerance vis-à-vis pressure-distension and pressure-flow relationships of leg arteries. **Europena Journla Applied Physiology**, [s. l.], v. 112, n. 10, p. 3619-3627, 2012. DOI: 10.1007/s00421-012-2349-1

EPPERSON, W.; BURTON, R. R.; BERNAUER, E. M. Effectiveness of specific wright training regimens on simulated aerial combat maneuvering g tolerance. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 56, n. 5, p. 534-539, 1985. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4015564/>. Acesso em: 26 ago. 2023.

FEIJO, D.; CAMARA, V. M.; LUIZ, R. R. Aspectos psicossociais do trabalho e transtornos mentais comuns em pilotos civis. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 11, p. 2433-2442, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00151212>

GINDHART JR, R. T. **The air force physical fitness program is it adequate?** Air Command and Staff College. [S. l.]: Air University. USAF.1999.

GOLDSMITH, R. L. et al. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men. *Journal of the American College of Cardiology*, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 552-558, 1992. DOI: 10.1016/0735-1097(92)90007-a

GREEN, N. D. C. Long duration acceleration. *In*: GREEN, Nicholas. **Ernsting's aviation and sapace medicine**. 5. ed. Boca Raton: CRC Press, 2016. p. 131-156.

GUIMARÃES, A. O. B. A influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na performance do piloto de caça. **Revista de Educação Física**, [s. l.], v. 75, n. 133, 2017. Disponível em: <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/372>. Acesso em: 10 jan. 2023.

GUL, M.; SALMANOGLU, M. Long-term high +Gz effects on cardiac functions in the pilots. **Anadolu Kardiyol Derg**, [s. l.], v. 12, n. 8, p. 675, 2012. DOI: 10.5152/akd.2012.245

HINGHOFER-SZALKAY H. Gravity, the hydrostatic indifference concept and the cardiovascular system. **European Journal Applied Physiology**, [s. l.], v. 111, n. 2, p. 163-174, 2011. DOI: 10.1007/s00421-010-1646-9

HOFMAN, M. A. Evolution of the human brain: when bigger is better. **Front Neuroanat**, [s. l.], v. 27, p. 8-15, 2014. DOI: 10.3389/fnana.2014.00015

JACKSON, E. M.; DISHMAN, R. K. Cardiorespiratory fitness and laboratory stress: A meta-regression analysis. **Psychophysiology**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 57-72, 2006. DOI: 10.1111/j.1469-8986.2006.00373.x.

KUBE, L. C. Adaptações fisiológicas do organismo ao exercício físico capacitação física e aptidão físico-profissional do aviador. *In: SEMINÁRIO DE ESTUDOS: PODER AEROESPACIAL E ESTUDOS ESTRATÉGICOS*, II., Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 2010.

LIMA, A. H. R. A. et al. Efeito agudo da intensidade do exercício de força na modulação autonômica cardíaca pós-exercício. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, v. 96, n. 6, p. 498-503, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000043>

LIN, P. C.; WANG, J.; LI, S. C. Subjective stress factors in centrifuge training for military aircrews. **Applied Ergonomics**, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 658-663, 2012. DOI: 10.1016/j.apergo.2011.10.002

LOPES, J. S. C. O Acordo de Compensação Offset entre Brasil e Suécia: o Projeto F-x2 e o Gripen Ng. **Revista Perspectiva**, [s. l.], v. 11, n. 21, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/marco/Downloads/adanilevicz,+3+Gripen+ng.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2023.

LUDWIG, D. A. et al. Logistic risk model for the unique effects of inherent aerobic capacity on +Gz tolerance before and after simulated weightlessness. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 58, n. 11, p. 1057-1061, 1987. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3689269/>. Acesso em: 25 fev. 2023.

MACDOUGALL, J. D. et al. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. **Journal Applied Physiology (1985)**, [s. l.], v. 73, n. 4, p. 1590-1597, 1992. DOI: 10.1152/jappl.1992.73.4.1590

MEDEIROS, P. T. A. **Contribuições da Psicologia Para a Saúde Mental do Aeronauta**. 2021. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/1719>. Acesso em: 16 out. 2022.

MORROW, J. R. Expectation and Reality: The Great War in the Air*. **Airpower Journal**, [s. l.], 1996. Disponível em: <http://www.airpower.Maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj96/win96/morrow.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2023.

NEWMAN, D. G.; WHITE, S. W.; CALLISTER, R. Patterns of physical conditioning in Royal Australian Air Force F/A18 pilots and the implications for 1 Gz tolerance. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 70, n. 8, p. 739-744, 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10447045/>. Acesso em: 26 ago. 2023.

OLIVEIRA-SILVA, I. **Respostas autonômicas e cardiovasculares em voo e sua relação com a aptidão física**. 2016. 155 f. Tese (Doutorado em Educação Física) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2016.

PALHARES, G. L.; ESPÍRITO SANTO, R. A. JR. O Turismo é o Transporte Aéreo como Multiplicadores Socioeconômicos. In: SETTI, J. R. A.; LIMA JR., L. F. (eds.). Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2001. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES (ANPET), XV., 2001, Campinas. **Anais [...]**. Campinas, 2001. p. 225-232.

PALMA, A.; PAULICH, C., **A influência da aptidão física aeróbia sobre o desgaste em voo dos pilotos de caça.** [S. l.]: ENEGEP, 1999.

POLLOCK, R. D, et al. Hemodynamic Responses and G Protection Afforded by Three Different Anti-G Systems. **Aerospace Medicine and Human Performance**, [s. l.], v. 90, n. 11, p. 925-933, 2019. DOI: 10.3357/amhp.4927.2019

RAINFORD, J. D.; GRADWELL, P. D., **Ernsting's Aviation Medicine**. 4. ed. London: Hodder Arnold, 2006. 864 p.

RANGEL, M. V. S. **Modulação autonômica em pilotos militares de combate e transporte da Força Aérea Brasileira: um estudo caso-controle**. 2022. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Exercício e do Esporte) – Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

RAVEN, P. B.; PAWELCZYK, J. A. Chronic endurance exercise training: a condition of inadequate blood pressure regulation and reduced tolerance to LBNP. **Medicine Science Sports Exercise**, [s. l.], v. 25, n. 6, p. 713-721, 1993. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8321109/>. Acesso em: 5 jun. 2023.

RIBAS, P. R. **O fenômeno da fadiga central na pilotagem de helicópteros: o efeito da condição física aeróbia sobre o comportamento psicofisiológico**. 2003. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física). Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 2003.

NATO RTO-MP-33 AC / 323 (HFM) TP / 13. Operational Issues of Aging Crewmembers. 1999. Disponível na internet em: <<http://www.rta.nato.int/panel.asp?panel=HFM&topic=pubs>>

SÁ, G. B. **Efeitos fisiológicos da aviação de combate e do condicionamento cardiorrespiratório sobre o controle autonômico cardiovascular**. 2015. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Cardiovasculares) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

SAUVET, F. et al. Heart rate variability in novice pilots during and after a multi-leg cross-country flight. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 80, n. 10, p. 862-869, 2009. DOI: 10.3357/ase.2531.2009

SILVA JÚNIOR, F. C. **Atividade física dos pilotos de caça da FAB: análise da realidade e proposição de estratégias para implantação de programas de treinamento específicos.** Dissertação (Mestrado em Ciências Aeroespaciais) -Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2006.

SILVA, Y. **Alterações tomográficas dos seios paranasais em pilotos de caça por meio de imagens tomográficas.** 2020. 139f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

SLESSAREV, M. et al. Differences in the control of breathing between Andean highlanders and lowlanders after 10 days acclimatization at 3850 m. **Journal Physiology**, [s. l.], v. 588, p. 1607-1621, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.186064>

TESCH, P. A.; BALLDIN, U. I. Muscle fiber type composition and G-tolerance. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 55, n. 11, p. 1000–1003, 1 nov. 1984. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6508678/>. Acesso em: 05 jun 2023.

TESCH, P. A.; HJORT, H.; BALLDIN, U. I. Effects of strength training on G tolerance. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 54, p. 691-695, 1983. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6626076/>. Acesso em: 5 jun. 2023.

YASHIN, A. I. et al. Stochastic model for analysis of longitudinal data on aging and mortality. *Mathematical Biosciences*, [s. l.], v. 208, n. 2, p. 538-551, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mbs.2006.11.006>

YUN, C.; OH, S.; SHIN Y. H. AGSM Proefficiency and Depression Are Associated With Success of High-G Training in Trainee Pilots. **Aerospatial Medicine and Human Performance**, [s. l.], v. 90, n. 7, p. 613-617, 2019. DOI: 10.3357/amhp.5323.2019

XIN-SHENG, C. et al. Visual Symptoms and G-Induced Loss of Consciousness in 594 Chinese Air Force Aircrew—A Questionnaire Survey. **Military Medicine**, [s. l.], v. 177, n. 2, p. 163-168, 2012. DOI: 10.7205/milmed-d-11-00003