

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Fisioterapia y Kinesiología

Dolores musculoesqueléticos en pilotos militares de helicópteros y aviones de la Fuerza Aérea Paraguaya

Eva Jazmín Villalba Medina¹, María José Salinas Miranda¹

¹Carrera de Fisioterapia y Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Norte, sede Asunción, Asunción, Paraguay.

Enviado: 21 de enero de 2026

Aceptado: 18 de marzo de 2026

Publicado: 28 de marzo de 2026

DOI: [10.5281/zenodo.22817303](https://doi.org/10.5281/zenodo.22817303)



Licencia Creative Commons Atribución 4.0
Internacional (CC-BY)

RESUMEN

Introducción: Los pilotos militares están expuestos a posturas prolongadas y asimétricas, vibración de cuerpo entero, fuerzas de aceleración y equipamiento de cabeza que favorecen dolores musculoesqueléticos, documentados en fuerzas aéreas de distintos países pero no estudiados previamente en Paraguay. El objetivo fue determinar la prevalencia, las características y los factores asociados a estos dolores en pilotos militares de helicópteros y aviones de la Fuerza Aérea Paraguaya durante 2025.

Materiales y métodos: Estudio descriptivo, no experimental, transversal y cuantitativo, en muestra censal de 46 pilotos activos. Se aplicaron cuestionario sociodemográfico, Cuestionario Nórdico de síntomas musculoesqueléticos e Índices de Discapacidad Cervical y de Oswestry. **Resultados:** La región lumbar y la cervical fueron las más afectadas (52 % y 43 %). Los pilotos de helicóptero presentaron la mayor prevalencia de dolor, particularmente lumbar, atribuido sobre todo a la vibración; los de combate relacionaron las molestias con las fuerzas G y los de transporte con la postura mantenida. La mayoría no había recibido tratamiento en los últimos 12 meses. El impacto funcional fue bajo: 75 % sin discapacidad cervical y 42 % sin discapacidad lumbar. **Conclusiones:** Los dolores musculoesqueléticos son frecuentes en pilotos de la FAP y sus patrones coherentes con las exigencias biomecánicas de cada aeronave, lo que respalda estrategias preventivas y fisioterapéuticas diferenciadas según el perfil operativo.

Palabras clave: dolor musculoesquelético, pilotos militares, aviación, medicina aeroespacial, salud ocupacional

Autor correspondiente: María José Salinas Miranda. Carrera de Fisioterapia y Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Norte, sede Asunción, Asunción, Paraguay

Financiación: Esta investigación no recibió financiación específica de organismos públicos, comerciales ni de entidades sin ánimo de lucro.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés financieros, personales, profesionales, institucionales ni de otra índole relacionados con este trabajo.

INTRODUCCIÓN

Los dolores musculoesqueléticos constituyen una de las principales causas de morbilidad ocupacional en el personal aeronáutico militar. En tripulaciones de helicóptero, la prevalencia de estas molestias en el último año ha llegado al 67 % para el dolor cervical, al 48 % para el dolor lumbar y al 43 % para el dolor de hombro (1). Este patrón no se limita a un tipo de aeronave ni a una fuerza aérea en particular: estudios transversales en personal de vuelo militar han documentado una carga relevante de trastornos musculoesqueléticos asociados a la actividad de vuelo (2), y comparaciones directas con personal terrestre de las mismas fuerzas armadas muestran que esta carga responde a factores específicos del entorno operativo aéreo y no solo a la actividad física general (3).

Los principales determinantes biomecánicos de este fenómeno están bien caracterizados. Las fuerzas de aceleración generadas durante maniobras tácticas se asocian de forma consistente con síntomas espinales en pilotos de caza, tanto por la sobrecarga axial repetida como por el peso añadido del equipamiento de cabeza durante estas maniobras (4), asociación confirmada por un metaanálisis reciente que documentó un riesgo significativamente mayor de dolor cervical y lumbar en pilotos expuestos a valores elevados de fuerza G (5).

En los helicópteros, la vibración de cuerpo entero actúa mediante microtraumatismos acumulativos sobre el tejido espinal, un mecanismo que modelos biomecánicos recientes han permitido cuantificar en términos de riesgo de lesión lumbar (6). El uso de gafas de visión nocturna añade además una carga cervical sostenida: estudios electromiográficos en personal de vuelo militar han documentado activación extensora cervical prolongada durante su uso, asociada a mayor riesgo de cervicalgia (7). El diseño de la cabina también condiciona el control postural, ya que la postura reclinada mejora la propiocepción cervical respecto de la postura erguida, lo que sugiere un margen real de intervención ergonómica en el diseño de asientos y controles (8).

Esta problemática se ha replicado en fuerzas aéreas de distintas regiones. En pilotos de combate chinos, la prevalencia de dolor cervical ocupacional alcanzó cifras comparables a las descritas en otras poblaciones militares (9), y una revisión sistemática sobre trastornos cervicales en pilotos militares confirmó que las fuerzas G,

la postura de cabina y el uso de equipamiento de cabeza son determinantes consistentes en distintos contextos operativos (10). Un metaanálisis sobre dolor cervical en tripulaciones de combate identificó los mismos factores de riesgo biomecánico como determinantes transversales, independientemente de la fuerza aérea estudiada (11), y en cuanto al dolor lumbar, un estudio en pilotos militares varones documentó una prevalencia ocupacional relevante junto con factores protectores relacionados con la activación muscular del core y la fuerza de los rotadores de cadera (12).

Frente a esta evidencia, distintas fuerzas aéreas han evaluado estrategias de intervención fisioterapéutica. En pilotos de helicóptero de la Fuerza Aérea Brasileña, un programa de ejercicios basado en Pilates redujo el dolor lumbar y mejoró la resistencia de la musculatura extensora (13), mientras que un programa de entrenamiento del core en otra fuerza aérea disminuyó la prevalencia de dolor a largo plazo y el ausentismo laboral (14). En pilotos militares chinos, un programa de ejercicio físico mejoró la fuerza muscular y redujo el dolor de cuello y hombro (15), y en pilotos de combate un programa de fisioterapia multimodal con control motor cervical disminuyó significativamente la intensidad del dolor y mejoró el rango de movimiento (16).

A pesar de esta evidencia internacional creciente, en Paraguay no existen estudios publicados que documenten la prevalencia ni los factores asociados a los dolores musculoesqueléticos en pilotos militares, pese a que tanto los pilotos de helicóptero como los de ala fija de la Fuerza Aérea Paraguaya están expuestos a los mismos factores de riesgo descritos en la literatura internacional. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia, las características y los factores asociados a los dolores musculoesqueléticos en pilotos militares de helicópteros y aviones de la Fuerza Aérea Paraguaya durante el año 2025.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, de diseño no experimental y corte transversal, con enfoque cuantitativo. La población estuvo constituida por los pilotos militares activos de la Fuerza Aérea Paraguaya durante el año 2025, con sede en Luque, Paraguay. El muestreo fue censal, no probabilístico, e incluyó a todos los sujetos que cumplieron los criterios de inclusión: ser piloto

militar en actividad durante 2025, operar helicópteros o aviones, y brindar consentimiento informado para participar. Se excluyó a los pilotos con licencia médica prolongada o sin actividad de vuelo durante el año, y a quienes no completaron correctamente los instrumentos de evaluación. La muestra final quedó constituida por 46 pilotos activos.

La recolección de datos se realizó mediante encuesta estructurada con cuestionarios autoadministrados, aplicados de forma presencial en las instalaciones de la Fuerza Aérea Paraguaya, en coordinación con las autoridades correspondientes. Se utilizó un cuestionario sociodemográfico y profesional (edad, sexo, peso, altura, rango militar, antigüedad en servicio, horas de vuelo acumuladas, tipo principal de aeronave utilizada, actividad física y horas de sueño), el Cuestionario Nórdico de síntomas musculoesqueléticos para identificar la presencia de dolor y las zonas corporales más afectadas (17), y, para medir el impacto funcional, el Índice de Discapacidad Cervical (18) y el Índice de Discapacidad de Oswestry para la región lumbar (19). Los pilotos recibieron una explicación previa sobre los objetivos del estudio y completaron los instrumentos de forma individual, sin presión de tiempo, en un tiempo estimado de 8 a 12 minutos por participante.

Los datos se procesaron en Microsoft Excel y se analizaron mediante estadística descriptiva, con el cálculo de frecuencias absolutas y porcentajes para caracterizar a la muestra, describir la frecuencia de dolor musculoesquelético por región corporal y comparar la prevalencia entre pilotos de helicóptero, de aviones de combate y de aviones de transporte.

El estudio se ajustó a los principios éticos establecidos por la Declaración de Helsinki y a las normas de bioética en investigación con seres humanos, priorizando en todo momento el bienestar, la dignidad y los derechos de los participantes. Antes del inicio de la recolección de datos se solicitó y obtuvo la autorización institucional correspondiente de los mandos de la Fuerza Aérea Paraguaya, y cada piloto brindó su consentimiento informado de forma voluntaria, con garantía de confidencialidad.

RESULTADOS

Participaron 46 pilotos militares activos de la Fuerza Aérea Paraguaya. La mayoría se ubicó entre los 25 y 30 años (47 %), seguida por el grupo de 30 a 40 años (33 %); el 87 % era de sexo masculino. En cuanto al índice

de masa corporal, el 41 % se encontraba en normopeso, el 44 % en sobrepeso (22 % sobrepeso I y 22 % sobrepeso II) y el 15 % en obesidad I. El 46 % tenía entre 5 y 7 años de servicio activo y el 37 % entre 8 y 15 años.

Las aeronaves más utilizadas fueron el AT-27 Tucano (35 %), el UH-1H (26 %) y el C-212 (13 %). El 48 % voló menos de 5 horas semanales en los últimos 6 meses, el 54 % realizaba actividad física más de 3 veces por semana y el 46 % dormía entre 5 y 6 horas por noche. El 37 % de los pilotos refirió haber presentado dolores previos relacionados con el vuelo.

La región lumbar fue la más afectada, reportada por 24 de los 46 pilotos (52 %), seguida por la región cervical, reportada por 20 pilotos (43 %). Al comparar por tipo de aeronave, los pilotos de helicóptero presentaron la mayor prevalencia de molestias: 13 de ellos refirieron dolor en la región dorsal o lumbar en los últimos 12 meses, frente a 6 pilotos de aviones de combate y 5 de aviones de transporte.

En los pilotos de helicóptero, la causa más frecuentemente atribuida a las molestias fue la vibración del aparato (12 menciones), seguida por la posición mantenida durante el vuelo (8 menciones). En los pilotos de aviones de combate, la causa predominante fue la fuerza G (6 menciones), mientras que en los de aviones de transporte predominó la posición durante el vuelo (9 menciones). Las intensidades de dolor reportadas en una escala de 0 a 5 fueron en general leves a moderadas, con las puntuaciones más altas concentradas en la región lumbar de los pilotos de helicóptero, donde se registraron los únicos casos de intensidad máxima.

De los episodios de dolor, 28 tuvieron una duración menor a 1 hora y 23 se prolongaron entre 1 y 24 horas. La mayoría de los pilotos con molestias, independientemente del tipo de aeronave, no había recibido tratamiento en los últimos 12 meses; esto fue particularmente marcado en la región lumbar de los pilotos de helicóptero, donde 11 de 13 pilotos con dolor no habían recibido ningún tratamiento. El impacto de las molestias sobre el desempeño laboral fue en general limitado: la mayoría de los pilotos refirió cero días de incapacidad laboral atribuible al dolor en los últimos 12 meses, aunque un subgrupo de pilotos de helicóptero con dolor dorsal o lumbar (2 de 13) refirió entre 1 y 7 días de impedimento.

En cuanto al impacto funcional medido por el Índice de Discapacidad Cervical, el 75 % de los pilotos no presentó discapacidad (0-4 puntos) y el 25 % presentó discapaci-

dad leve (5-14 puntos), sin casos de discapacidad moderada, grave o completa. En el Índice de Discapacidad de Oswestry para la región lumbar, el 42 % no presentó discapacidad, el 46 % presentó una discapacidad mínima (menor al 10 %), el 8 % una discapacidad moderada (10-20 %) y el 4 % una discapacidad severa (20-40 %), sin casos de discapacidad muy severa o completa.

DISCUSIÓN

Los dolores musculoesqueléticos resultaron frecuentes entre los pilotos militares de la Fuerza Aérea Paraguaya, con un patrón de distribución por zona corporal y por tipo de aeronave que resulta coherente con los mecanismos biomecánicos descritos en la literatura internacional para poblaciones similares. El hallazgo más marcado de este estudio fue la alta prevalencia de dolor lumbar en los pilotos de helicóptero, quienes además atribuyeron sus molestias predominantemente a la vibración del aparato. Este resultado es consistente con el mecanismo descrito para la vibración de cuerpo entero, que genera microtraumatismos acumulativos sobre el tejido espinal y ha sido modelado biomecánicamente como un factor de riesgo directo de lesión lumbar (6); a esto se suma la postura inclinada y asimétrica que estos pilotos deben mantener para operar los mandos cíclico y colectivo, que incrementa aún más la carga sobre la región lumbar durante vuelos prolongados.

En los pilotos de aviones de combate se observó un patrón distinto, con las molestias atribuidas mayoritariamente a las fuerzas G. Este hallazgo es coherente con la evidencia que vincula las maniobras tácticas de alta gravedad con síntomas espinales, tanto por la sobrecarga axial repetida como por el aumento del peso efectivo del casco y el equipamiento de cabeza durante estas maniobras (4,5), y también se alinea con estudios que han documentado una prevalencia relevante de dolor lumbar en pilotos de caza asociada a factores biomecánicos específicos del vuelo táctico (20).

En cambio, los pilotos de aviones de transporte atribuyeron sus molestias sobre todo a la posición mantenida durante el vuelo, lo que puede explicarse por las horas prolongadas en posición fija y la limitada movilidad dentro de la cabina, en ausencia de las vibraciones intensas o las fuerzas G elevadas que caracterizan a los otros dos perfiles operativos. Este patrón coincide con lo reportado en otras poblaciones de personal de vuelo militar, en quienes la carga postural sostenida —más que

un único factor biomecánico agudo— explica la aparición de molestias cervicales y lumbares (2,3).

Un hallazgo relevante fue que la mayoría de los pilotos con dolor, independientemente del tipo de aeronave, no había recibido tratamiento en los últimos 12 meses, a pesar de que el impacto funcional medido por los índices de discapacidad cervical y lumbar fue en general bajo. Esta combinación de alta prevalencia de dolor con baja búsqueda de atención y bajo impacto funcional medido es compatible con fenómenos de normalización del dolor dentro del ambiente militar, en el que las molestias musculoesqueléticas pueden percibirse como una consecuencia esperable de la actividad operativa mientras no comprometan de forma manifiesta el desempeño en vuelo.

Los resultados de este estudio, en conjunto con la evidencia internacional, respaldan el desarrollo de estrategias fisioterapéuticas diferenciadas según el perfil operativo del piloto. Programas de ejercicio dirigidos al fortalecimiento del core y de la musculatura extensora lumbar han demostrado reducir el dolor lumbar y mejorar la resistencia muscular en pilotos de helicóptero (13,14), programas de ejercicio físico general han mostrado beneficios sobre el dolor cervical y de hombro en pilotos militares (15), y programas de fisioterapia multimodal con entrenamiento del control motor cervical han reducido significativamente la intensidad del dolor cervical en pilotos de combate (16). La revisión sistemática de determinantes cervicales en pilotos militares respalda además que estas intervenciones deben orientarse específicamente a los factores biomecánicos predominantes en cada tipo de aeronave, más que aplicarse de manera uniforme a toda la población de vuelo (10).

Este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. El diseño transversal no permite establecer relaciones de causalidad entre el tipo de aeronave y la aparición de dolor musculoesquelético, y la muestra, aunque censal, correspondió a una única fuerza aérea, lo que limita la generalización de los hallazgos a otros contextos militares. La medición del dolor y de sus causas atribuidas se basó en el autorreporte de los pilotos, sin verificación clínica ni instrumental de los mecanismos biomecánicos invocados. Como fortalezas, se destaca el uso de instrumentos validados internacionalmente (17,18,19) y la comparación sistemática entre los tres perfiles operativos de aeronave, lo que aporta una caracterización clínicamente interpretable y ausente hasta ahora en la literatura paraguaya.

En conclusión, los dolores musculoesqueléticos son frecuentes entre los pilotos de la Fuerza Aérea Paraguaya, con predominio de la región lumbar y cervical, y con un patrón de causas atribuidas que varía de forma coherente con las exigencias biomecánicas propias de cada tipo de aeronave —vibración en los helicópteros, fuerzas G en los aviones de combate y postura mantenida en los aviones de transporte—, lo que respalda la implementación de programas preventivos y de intervención fisio-terapéutica diferenciados según el perfil operativo del piloto.

REFERENCIAS

1. Posch M, Schranz A, Lener M, Senn W, Äng BO, Burtscher M, et al. Prevalence and potential risk factors of flight-related neck, shoulder and low back pain among helicopter pilots and crewmembers: a questionnaire-based study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):44. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2421-7>
2. Tegern M, Aasa U, Larsson H. Cervico-thoracic pain and associated impairments in air force personnel: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021;22(1):441. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04301-w>
3. Tegern M, Aasa U, Äng BO, Larsson H. Musculoskeletal disorders and their associations with health- and work-related factors: a cross-sectional comparison between Swedish air force personnel and army soldiers. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):303. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03251-z>
4. Wagstaff AS, Jahr KI, Rodskier S. +Gz-induced spinal symptoms in fighter pilots: operational and individual associated factors. *Aviat Space Environ Med*. 2012;83(11):1092-6. <https://doi.org/10.3357/asem.3146.2012>
5. Mastalerz A, Maruszyńska I, Kowalczyk K, Garbacz A, Maculewicz E. Pain in the cervical and lumbar spine as a result of high G-force values in military pilots: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(20):13413. <https://doi.org/10.3390/ijerph192013413>
6. Mo F, Meng Q, Wu K, Zhang Q, Li K, Liao Z, et al. A neuromuscular human body model for lumbar injury risk analysis in a vibration loading environment. *Comput Methods Programs Biomed*. 2023;235:107442. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107442>
7. Pousette MW, Lo Martire R, Linder J, Kristoffersson M, Äng BO. Neck muscle strain in air force pilots wearing night vision goggles. *Aerosp Med Hum Perform*. 2016;87(11):928-32. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4579.2016>
8. Heggli U, Swanenburg J, Hofstetter L, Häusler M, Schweinhardt P, Bron D. Typical cockpit ergonomics influence on cervical motor control in healthy young male adults. *Aerosp Med Hum Perform*. 2023;94(3):107-12. <https://doi.org/10.3357/AMHP.6096.2023>
9. Yang F, Wang Z, Zhang H, Xie B, Zhao H, Gan L, et al. Prevalence and risk factors of occupational neck pain in Chinese male fighter pilots: a cross-sectional study based on questionnaire and cervical sagittal alignment. *Front Public Health*. 2023;11:1226930. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1226930>
10. Al Rumaithi M, Al Qubaisi M, Al Suwaidi M, Al Zaabi F, Campos LA, Baltatu OC, et al. Determinants of cervical spine disorders in military pilots: a systematic review. *Occup Med (Lond)*. 2023;73(5):236-42. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqad067>
11. Wallace JB, Newman PM, McGarvey A, Osmotherly PG, Spratford W, Gabbett TJ. Factors associated with neck pain in fighter aircrew: a systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med*. 2021;78(12):900-12. <https://doi.org/10.1136/oemed-2020-107103>
12. Yang Y, Liu S, Ling M, Ye C. Prevalence and potential risk factors for occupational low back pain among male military pilots: a study based on questionnaire and physical function assessment. *Front Public Health*. 2021;9:744601. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.744601>
13. Correia Bulhões LC, Alves Gomes SR, da Silva VD, de Azevedo Rodolfo JI, Macedo LB, Brasileiro JS. Effects of a mat Pilates-based exercise program for low back pain in helicopter pilots of the Brazilian Air Force: randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther*. 2024;39:544-9. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.03.052>
14. Andersen K, Baardsen R, Dalen I, Larsen JP. Impact of exercise programs among helicopter pilots with transient low back pain. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):269. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1631-0>
15. Heng W, Wei F, Liu Z, Yan X, Zhu K, Yang F, et al. Physical exercise improved muscle strength and pain on neck and shoulder in military pilots. *Front Physiol*. 2022;13:973304. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.973304>
16. Fernández-Morales C, Albornoz-Cabello M, Cardero-Durán MLÁ, Moreno-Vázquez JM, Espejo-Antúnez L. Effectiveness of a multimodal physiotherapy program in fighter pilots with flight-related neck pain: a randomized controlled trial. *PM R*. 2025. <https://doi.org/10.1002/pmrj.13399>
17. Kuorinka I, Jonsson B, Kilbom A, Vinterberg H, Biering-Sørensen F, Andersson G, et al. Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*.

- 1987;18(3):233-7. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-x](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-x)
18. Vernon H, Mior S. The Neck Disability Index: a study of reliability and validity. *J Manipulative Physiol Ther.* 1991;14(7):409-15.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1834753/>
 19. Fairbank JC, Couper J, Davies JB, O'Brien JP. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy.* 1980;66(8):271-3.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6450426/>
 20. Gomes SRA, Mendes PRF, Costa LDO, Bulhões LCC, Borges DT, Macedo LB, et al. Factors associated with low back pain in air force fighter pilots: a cross-sectional study. *BMJ Mil Health.* 2022;168(4):299-302.
<https://doi.org/10.1136/bmjmilitary-2021-001851>