

Diagnóstico médico-fisioterapéutico de lesiones osteomusculares en el personal de pilotos y tripulantes de ala rotatoria de la Estación Aeronaval de Cartagena, Colombia durante el periodo prepandemia

¹Liliana Catalina Hernández Villamizar, ²Ana Carolina Gurrute Montes

^{1,2}Universidad del Sinú seccional Cartagena, Colombia

Article History

Received Jul , 07th , 2022

Accepted Jul,08th , 2022

Published Jul, 18th,2022



© 2019 The Authors. This article is an Open Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution(CC-BY)license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Abstract

Las operaciones realizadas por pilotos y tripulantes de aeronaves de ala rotatoria implican una exposición prolongada a factores físicos, posturales, biomecánicos y ergonómicos capaces de afectar progresivamente el sistema musculoesquelético. Las vibraciones generadas durante el vuelo, las posturas estáticas sostenidas, los movimientos repetitivos, las condiciones particulares de las cabinas y las jornadas operacionales prolongadas pueden contribuir a la aparición de dolor lumbar, cervical, dorsal y molestias en diferentes estructuras musculares y articulares. El presente estudio tiene como propósito analizar la condición médico-fisioterapéutica relacionada con lesiones osteomusculares en pilotos y tripulantes de ala rotatoria de la Estación Aeronaval de Cartagena durante el periodo prepandemia. Para la valoración se consideran instrumentos orientados a la identificación de síntomas musculoesqueléticos y limitaciones funcionales, incluyendo elementos del cuestionario de Oswestry y la valoración muscular de Daniels, complementados con un cuestionario diseñado para explorar las condiciones laborales, antecedentes de dolor, exposición durante las operaciones aéreas y percepción de los factores ergonómicos. El análisis evidencia la necesidad de fortalecer el conocimiento del personal aeronáutico sobre los factores de riesgo musculoesquelético asociados con su actividad laboral. La presencia de molestias inicialmente leves puede favorecer una baja percepción del riesgo y retrasar la búsqueda de atención sanitaria. Sin embargo, la exposición acumulativa puede contribuir al desarrollo de alteraciones progresivas que afecten el bienestar del personal y su capacidad operacional. Se plantea la importancia de incorporar programas preventivos que incluyan educación ergonómica, valoración fisioterapéutica periódica, fortalecimiento muscular, entrenamiento de estabilidad del tronco, ejercicios de movilidad y mecanismos de seguimiento de síntomas. Estas estrategias pueden favorecer la identificación temprana de alteraciones, disminuir la progresión de lesiones y fortalecer las condiciones físicas requeridas para las actividades desarrolladas por las tripulaciones de ala rotatoria.

keywords

Piloto, militar, helicóptero, sistema musculoesquelético, aeronave de ala rotatoria, lesiones musculoesqueléticas, fisioterapia, ergonomía aeronáutica

Las alteraciones musculoesqueléticas representan uno de los principales problemas de salud ocupacional en múltiples actividades profesionales. Su desarrollo puede estar asociado con movimientos repetitivos, posturas prolongadas, cargas físicas, vibraciones, condiciones ergonómicas inadecuadas y tiempos extensos de exposición. En el ámbito aeronáutico, estos factores presentan características particulares debido a las condiciones operativas presentes dentro de una aeronave. Los pilotos y tripulantes de helicópteros permanecen durante periodos prolongados en espacios limitados y adoptan posiciones relativamente estáticas mientras desarrollan tareas que requieren concentración constante y precisión. Paralelamente, se encuentran expuestos a vibraciones generadas por la aeronave, fuerzas mecánicas, movimientos repetitivos y diferentes exigencias posturales. El dolor lumbar ha recibido especial atención en las investigaciones realizadas con pilotos de helicópteros. Un estudio realizado en pilotos militares australianos encontró dolor de espalda en el 64% de los participantes y molestias adicionales durante el vuelo en una proporción considerable del personal estudiado. Además, algunos pilotos reportaron interferencia del dolor con su capacidad de concentración durante las operaciones. Las características particulares de las aeronaves de ala rotatoria pueden incrementar las demandas sobre la columna vertebral. La postura prolongada en sedestación, las vibraciones de cuerpo completo, determinadas configuraciones del asiento, el uso de equipo operacional y la duración de las misiones representan variables que pueden contribuir al desarrollo de molestias musculoesqueléticas. Las lesiones no necesariamente aparecen inicialmente como patologías severas. En muchas ocasiones comienzan mediante dolor moderado, rigidez, fatiga muscular o molestias después de una jornada operacional. Si estas manifestaciones no reciben atención, la exposición continua puede contribuir al aumento progresivo de los síntomas y afectar diferentes actividades funcionales. La situación adquiere especial importancia en organizaciones militares debido a que la condición física del personal constituye un componente de la capacidad operacional. Una lesión puede afectar no solamente la salud individual sino también el desempeño profesional, la disponibilidad de tripulaciones y la continuidad de determinadas actividades aéreas. En este contexto, el diagnóstico médico-fisioterapéutico permite identificar alteraciones musculoesqueléticas y factores potencialmente relacionados con su aparición. La valoración de fuerza muscular, movilidad, dolor, limitación funcional y antecedentes de exposición proporciona información útil para diseñar programas preventivos. Por ello, el presente trabajo analiza las condiciones musculoesqueléticas de pilotos y tripulantes de ala rotatoria de la Estación Aeronaval de Cartagena, proporcionando una base para la implementación de intervenciones preventivas, educación ergonómica y programas de fortalecimiento físico.

Factores ergonómicos y biomecánicos asociados con el vuelo de ala rotatoria

La ergonomía aeronáutica analiza la interacción entre el operador, la aeronave, los controles, los equipos y las condiciones ambientales. En el caso de los helicópteros, esta interacción puede producir importantes exigencias biomecánicas sobre diferentes regiones corporales. Una de las características principales corresponde a la permanencia prolongada en posición sentada. La sedestación mantenida puede incrementar la carga sobre la región lumbar, particularmente cuando existen restricciones para modificar la posición durante el vuelo. La distribución de los controles también puede favorecer determinadas posturas asimétricas. El piloto debe mantener las extremidades posicionadas para manipular de forma continua los controles de vuelo, lo que limita las posibilidades de realizar movimientos destinados a disminuir tensión muscular. Las vibraciones de cuerpo completo constituyen otro factor relevante. La exposición repetida a vibraciones puede producir fatiga muscular y aumentar la carga biomecánica experimentada por estructuras vertebrales y musculares. Asimismo, el uso de cascos, equipos de comunicación y otros elementos de protección puede añadir carga sobre la región cervical. Cuando esta carga se combina con vibraciones, movimientos de cabeza y misiones prolongadas puede favorecer molestias cervicales. La falta de oportunidades para cambiar de postura durante periodos extensos representa un elemento adicional. Los músculos estabilizadores del tronco pueden mantener contracciones durante tiempos prolongados, produciendo fatiga y alteraciones progresivas. Por ello, la evaluación ergonómica del puesto de trabajo debe formar parte de las estrategias de prevención. No solamente debe analizarse la presencia de dolor, sino también las características del asiento, controles, postura operacional, tiempo de vuelo y condiciones asociadas con cada misión.

Evaluación médico-fisioterapéutica de la tripulación

La valoración fisioterapéutica constituye una herramienta importante para identificar alteraciones que todavía no han producido una incapacidad significativa. La detección temprana permite iniciar intervenciones preventivas antes de que las molestias evolucionen hacia condiciones de mayor complejidad. La evaluación puede comenzar mediante la recopilación de información relacionada con edad, experiencia laboral, años de vuelo, horas promedio de operación, antecedentes musculoesqueléticos, actividad física y presencia de molestias durante o después del vuelo. Para identificar la repercusión del dolor lumbar sobre las actividades funcionales pueden utilizarse instrumentos como el Índice de Discapacidad de Oswestry. Este tipo de evaluación ayuda a determinar cómo el dolor afecta actividades como caminar, estar sentado, levantar objetos, dormir o desarrollar otras funciones cotidianas. La valoración muscular mediante pruebas manuales como las descritas en la escala de Daniels permite identificar posibles diferencias o debilidades en

grupos musculares específicos. Resulta particularmente importante analizar musculatura abdominal, extensores vertebrales, estabilizadores lumbares, musculatura cervical y grupos musculares de las extremidades. La movilidad articular constituye otra dimensión relevante. Las limitaciones de movilidad en columna cervical, columna lumbar, cadera o extremidades pueden alterar los patrones biomecánicos utilizados durante una jornada de vuelo. La exploración también debe considerar la presencia de dolor provocado mediante determinadas posiciones o movimientos. La ubicación, intensidad, frecuencia y duración de las molestias proporciona información para identificar posibles patrones relacionados con la actividad ocupacional. Finalmente, los resultados individuales pueden agruparse para determinar tendencias generales dentro de la población de pilotos y tripulantes y orientar programas preventivos específicos.

Localización y características de las lesiones osteomusculares

Las regiones lumbar y cervical son particularmente relevantes para el estudio de tripulaciones de helicópteros debido a su exposición biomecánica durante las operaciones. La región lumbar soporta cargas relacionadas con la posición sentada, vibraciones y estabilización constante del tronco. La exposición acumulativa puede producir dolor, rigidez y disminución de la tolerancia a determinadas actividades. El dolor cervical puede asociarse con la posición de la cabeza, movimientos repetidos para vigilancia del entorno, uso de casco y equipos complementarios. La combinación de carga adicional y movimientos frecuentes puede aumentar la demanda sobre los músculos cervicales. La cintura escapular también puede presentar molestias debido a la manipulación continua de controles y mantenimiento de los miembros superiores en posiciones relativamente constantes. En miembros inferiores, determinadas posturas y el uso prolongado de pedales pueden generar fatiga muscular, especialmente cuando existe poca posibilidad de variar la posición. La literatura aeronáutica ha documentado una asociación importante entre el vuelo en helicóptero y problemas lumbares. Por ejemplo, un estudio de pilotos militares encontró una incidencia significativamente mayor de hernia discal lumbar entre pilotos de helicóptero en comparación con controles no pilotos.

Table 1 Principales regiones musculoesqueléticas y factores ocupacionales potencialmente relacionados

Región corporal	Factor de exposición	Manifestación potencial	Nivel de atención preventiva
Columna lumbar	Sedestación prolongada y vibración	Dolor lumbar, rigidez y fatiga	Alta
Columna cervical	Casco, posición de cabeza y vibración	Cervicalgia y tensión muscular	Alta
Región dorsal	Postura estática	Rigidez y fatiga postural	Media-Alta
Hombros	Manipulación prolongada de controles	Fatiga y dolor muscular	Media
Brazos y antebrazos	Movimientos repetitivos	Sobrecarga muscular	Media
Cadera	Sedestación prolongada	Rigidez y disminución de movilidad	Media
Rodillas	Posición mantenida	Molestias articulares	Media
Piernas y tobillos	Uso continuo de pedales	Fatiga muscular	Media

Percepción del riesgo y comportamiento frente al dolor

Uno de los aspectos relevantes identificados en el estudio corresponde al conocimiento que poseen los tripulantes sobre los problemas musculoesqueléticos asociados con su actividad. El hecho de que una molestia sea inicialmente leve puede contribuir a que el individuo no la considere suficientemente importante como para buscar atención profesional. Sin embargo, algunos trastornos musculoesqueléticos presentan un comportamiento progresivo y pueden intensificarse con la exposición repetida. Dentro de entornos operacionales exigentes, el personal puede normalizar determinadas molestias físicas y considerarlas como una consecuencia habitual de su trabajo. Esta normalización puede dificultar la detección temprana de lesiones. La educación sanitaria debe, por tanto, explicar la diferencia entre fatiga temporal y síntomas que requieren valoración clínica. Dolor recurrente, pérdida de fuerza, limitaciones de movimiento, entumecimiento u otras manifestaciones persistentes requieren especial atención. La percepción ergonómica constituye igualmente un aspecto relevante. El trabajador necesita reconocer cómo la posición corporal, el asiento, la duración de las operaciones y el uso de determinados equipos pueden influir sobre su sistema musculoesquelético. La comunicación temprana de molestias permite realizar intervenciones antes de que la condición afecte de forma importante las capacidades funcionales. Esta estrategia resulta particularmente relevante en actividades en las que el desempeño físico y cognitivo es esencial. La promoción de una cultura preventiva puede, por tanto, mejorar tanto el bienestar del personal como la identificación temprana de riesgos ocupacionales.

Programa preventivo de fortalecimiento osteomuscular

Los resultados del diagnóstico médico-fisioterapéutico pueden utilizarse como base para desarrollar un programa específico de prevención. El programa debe comenzar con una valoración inicial que permita identificar condiciones individuales y establecer una línea base. Los ejercicios no deben aplicarse indiscriminadamente, debido a que determinadas condiciones requieren evaluación clínica específica. Una primera área de intervención corresponde al fortalecimiento de la musculatura estabilizadora del tronco. El entrenamiento de los músculos abdominales, lumbares y de estabilidad central puede contribuir a mejorar el control postural. Una segunda área corresponde a movilidad y flexibilidad. Los ejercicios dirigidos a columna cervical, región torácica, cadera y miembros inferiores pueden contribuir a mantener rangos adecuados de movimiento. También pueden incorporarse actividades de fortalecimiento cervical y escapular orientadas a aumentar la capacidad de los músculos para tolerar determinadas cargas asociadas con el equipo de vuelo. La educación ergonómica constituye un elemento central del programa. Siempre que las condiciones operacionales lo permitan, debe enseñarse al personal a reconocer y reducir posturas innecesariamente exigentes. Igualmente puede establecerse un sistema periódico de seguimiento fisioterapéutico. La comparación entre evaluaciones permite identificar cambios en fuerza, movilidad, dolor y funcionalidad. El programa preventivo debe trabajar conjuntamente con las áreas de medicina aeronáutica, fisioterapia, salud ocupacional y entrenamiento físico.

Implicaciones para la salud y capacidad operacional

La salud musculoesquelética presenta implicaciones directas sobre el bienestar de pilotos y tripulantes. Sin embargo, en un entorno militar también puede afectar la disponibilidad operacional. El dolor puede disminuir la tolerancia a periodos prolongados de vuelo y generar distracción. En un estudio con pilotos militares australianos, más de la mitad de quienes reportaron dolor de espalda señalaron interferencia con la concentración durante el vuelo. Las alteraciones más severas pueden provocar restricciones laborales, necesidad de tratamientos, disminución temporal de las actividades de vuelo o incapacidad. La prevención debe considerarse, por tanto, como una inversión en salud ocupacional y preparación operacional. Identificar síntomas antes de que evolucionen puede reducir el impacto funcional de determinadas lesiones. Para ello es recomendable mantener registros longitudinales que permitan observar la evolución individual de los tripulantes. Variables como aparición de dolor, localización, intensidad, horas de vuelo y hallazgos fisioterapéuticos pueden analizarse conjuntamente. La información acumulada facilitaría posteriormente estudios epidemiológicos que permitan establecer asociaciones más precisas entre exposición y lesiones.

Table 2 Perfil conceptual de exposición musculoesquelética en tripulaciones de ala rotatoria

Factor evaluado	Índice ilustrativo de exposición (0–100)
Postura estática prolongada	85
Vibración de cuerpo completo	82
Carga sobre región lumbar	80
Demanda cervical	72
Movimientos repetitivos	65
Fatiga muscular	76

Nota: Estos valores son exclusivamente ilustrativos y se utilizan para visualizar los principales factores abordados en el análisis. No corresponden a porcentajes ni mediciones obtenidas directamente de la muestra del estudio.

Summary

El diagnóstico médico-fisioterapéutico de pilotos y tripulantes de ala rotatoria constituye una herramienta relevante para identificar alteraciones musculoesqueléticas asociadas con las exigencias físicas y ergonómicas del ambiente aeronáutico. Las operaciones en helicóptero presentan diferentes factores capaces de generar sobrecarga musculoesquelética, entre ellos sedestación prolongada, exposición a vibraciones, posiciones estáticas, movimientos repetitivos y utilización de equipos personales. La región lumbar constituye una de las áreas de mayor importancia debido a la elevada frecuencia con la que se han documentado molestias de espalda en pilotos de helicópteros. Sin embargo, también deben considerarse las regiones cervical, dorsal, escapular y las extremidades. La identificación de molestias iniciales resulta especialmente importante porque los trastornos musculoesqueléticos pueden desarrollarse progresivamente. La ausencia de dolor intenso no necesariamente implica ausencia de riesgo. La valoración fisioterapéutica debe incluir antecedentes ocupacionales, evaluación funcional, análisis de fuerza muscular, movilidad y valoración del impacto del dolor sobre las actividades. Instrumentos como el cuestionario de Oswestry proporcionan información sobre la repercusión funcional del dolor lumbar, mientras que la valoración muscular de Daniels facilita la identificación de alteraciones en fuerza muscular. Los hallazgos también ponen de manifiesto la importancia de incrementar el conocimiento de los tripulantes sobre los riesgos ergonómicos vinculados con el puesto de trabajo. La educación permite mejorar la identificación y comunicación temprana de síntomas. Un programa preventivo debe incorporar fortalecimiento del tronco, movilidad, acondicionamiento cervical y escapular, educación ergonómica y

evaluaciones fisioterapéuticas periódicas. Asimismo, resulta necesario desarrollar mecanismos de seguimiento longitudinal. Relacionar los síntomas con años de servicio, horas de vuelo, tipo de aeronave y condiciones de operación podría proporcionar información adicional sobre los factores relacionados con las lesiones. En conclusión, aunque el número de lesiones clínicamente diagnosticadas pueda no ser elevado en un momento determinado, la exposición prolongada constituye un riesgo que debe gestionarse preventivamente. La incorporación de estrategias fisioterapéuticas y ergonómicas puede contribuir a preservar la capacidad funcional, mejorar el bienestar del personal y apoyar la continuidad de las operaciones de las tripulaciones de ala rotatoria.

Referencias

- Knox, J. B., Deal, J. B., Jr., & Knox, J. A. (2018). Lumbar disc herniation in military helicopter pilots vs. matched controls. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 89(5), 442–445. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4935.2018>
- Pelham, T. W., White, H., & Holt, L. E. (2005). The etiology of low back pain in military helicopter aviators: Prevention and treatment. *Work*, 24(2), 101–110.
- Bridger, R. S. (2008). *Introduction to ergonomics* (3rd ed.). CRC Press.
- Daniels, L., & Worthingham, C. (1986). *Muscle testing: Techniques of manual examination*. W. B. Saunders.
- Fairbank, J. C. T., & Pynsent, P. B. (2000). The Oswestry Disability Index. *Spine*, 25(22), 2940–2953.
- Frymoyer, J. W. (1988). Back pain and sciatica. *New England Journal of Medicine*, 318(5), 291–300.
- Harrison, M. F., Coffey, B., Albert, W. J., & Fischer, S. L. (2015). Night vision goggle-induced neck pain in military helicopter aircrew: A literature review. *Aviation, Space, and Environmental Medicine / Aerospace Medicine and Human Performance*.
- Lis, A. M., Black, K. M., Korn, H., & Nordin, M. (2007). Association between sitting and occupational low back pain. *European Spine Journal*, 16, 283–298.
- Shanahan, D. F., & Reading, T. E. (1984). Helicopter pilot back pain: A preliminary study. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 55, 117–121.
- Walters, P. L., Gaydos, S. J., Kelley, A. M., & Grandizio, C. M. (2013). Spinal pain and occupational disability: A cohort study of British Apache AH Mk 1 pilots. *United States Army Aeromedical Research Laboratory*.
- Williams, M., & McCulloch, R. (1996). Back pain in helicopter pilots. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 67, 541–545.