

Fecha de recepción: 24/07/2024.

Fecha de aceptación: 26/08/2024.

# Evaluación del sueño en tropas de montaña y un camino novedoso para optimizar su rendimiento

*Sleep Analysis in Mountain Troops and a Novel Way to Optimize their Performance*

AGUSTÍN LEANDRO FOLGUEIRA

Ministerio de Defensa, Argentina  
agustin.folgueira@defensa.gob.ar

FACUNDO ETCHEHÚN

Escuela Militar de Montaña, Ejército Argentino, Argentina  
etcchunfacundo@gmail.com

MALENA MUL FEDELE Y DANIEL VIGO

Universidad Católica Argentina-CONICET, Argentina  
malenamulfedele@uca.edu.ar; danielvigo@uca.edu.ar

## Resumen

El sueño es crucial para el rendimiento físico y mental durante las operaciones militares, ya que incluso los soldados mejor equipados pueden verse afectados por la falta de sueño. Las Tropas de Montaña del Ejército Argentino también enfrentan demandas físicas y mentales intensas en condiciones ambientales hostiles. Se realizó un estudio observacional sobre el impacto del sueño y su entorno en un Curso

Avanzado de Esquí, y se descubrió que hay diversos aspectos del rendimiento militar que están relacionados con el sueño. Las operaciones en ambientes fríos afectan el sueño y, por consiguiente, tienen un impacto negativo en el desempeño militar. Es esencial fomentar el sueño para mantener la preparación física y mental en operaciones militares.

**Palabras clave:** sueño — fatiga — alerta — tiro — rendimiento

## Abstract

Sleep is crucial for optimal physical and mental performance during military operations since even the best-equipped soldiers can be affected by lack of sleep. The mountain troops of the Argentine Army also face intense physical and mental demands in hostile environmental conditions. An observational study was conducted on the impact of sleep in an advanced ski course, finding that various aspects of military performance were related to sleep, especially in environments such as this, due to the negative impact they have on it. Promoting sleep is essential to maintain physical and mental readiness for military operations.

**Keywords:** Sleep — Fatigue — Hyperalert — Shooting — Performance

## Introducción

El sueño es un proceso biológico fundamental para la salud física y mental. Interviene en la reparación de los tejidos, la eliminación de productos de desecho, la regulación del metabolismo y la inmunidad. Participa, además, en el mantenimiento de la red neuronal, la consolidación de la memoria

y el procesamiento de nueva información. Luego de un período de vigilia y de mucho consumo de energía, se necesita de un periodo de sueño para la recuperación del organismo y, así, mantener la salud física, cognitiva y emocional, con un nivel máximo de rendimiento durante la vigilia (Chokroverty, 2011a) (Cardinali, 2013) (Puertas Cuesta, 2015). Un sueño es saludable cuando tiene una duración adecuada, pocas interrupciones y ocurre en horario preferentemente nocturno. La mayoría de los adultos requieren entre siete a nueve horas de sueño por noche para mantener un nivel pleno de salud física y mental (Watson *et al.*, 2015) (Jurado Luque *et al.*, 2016). La disminución del tiempo de sueño compromete ciertas funciones mentales superiores, como la planificación, el juicio y la toma de decisiones, la interacción social y la comunicación, disminuye la capacidad de atención y se enlentece la velocidad de reacción. El sueño insuficiente se vincula con la aparición de somnolencia diurna excesiva y microsueños, periodos muy cortos (segundos) de sueño involuntario, causantes en gran parte de los accidentes de tránsito. A largo plazo, incrementa el riesgo de presentar alteraciones en el estado de ánimo (depresión y ansiedad) y desarrollar enfermedades cardiovasculares, como hipertensión arterial, obesidad y diabetes *mellitus* (Colten *et al.*, 2006) (Walker, 2008) (Whitmire *et al.*, 2009) (Chokroverty, 2011b) (Jurado Luque *et al.*, 2016).

Las operaciones militares suelen extenderse por jornadas extensas: el personal duerme poco, en forma fragmentada y en distintos momentos del día, por lo que la calidad del sueño y la vigilia se ven comprometidas. Bajo estas circunstancias, deben hacer uso de sus funciones cognitivas hasta para las acciones más simples del campo de batalla. Por ejemplo, disparar un arma de fuego en el momento y objetivo correctos requiere un nivel adecuado de atención y vigilancia, un tiempo de reacción preciso, un razonamiento lógico para determinar si la acción es tácticamente apropiada y está permitida dentro de las normas de combate, mientras que la memoria a corto plazo es necesaria para asegurarse que el objetivo es un enemigo dentro de la ubicación de las fuerzas enemigas.

Muchos de los errores en el combate pueden relacionarse con la privación de sueño, incluso antes de que la somnolencia sea percibida. Se considera que los soldados son militarmente ineficaces en roles defensivos después de 48 horas sin dormir, incluso soldados bien equipados, bien entrenados y altamente motivados que operan dentro de unidades cohesivas con buena moral (Belenky *et al.*, 1994) (Foster y Kreitzman, 2005) (Lieberman *et al.*, 2005) (Fletcher *et al.*, 2012) (Grossman y Christensen, 2014) (Department of the Army, 2020).

El entorno para dormir también puede contribuir a una mala calidad del sueño: una temperatura demasiado fría o cálida, una humedad elevada o ventilación inadecuada, hasta el ruido y la iluminación intensa pueden afectar el descanso (Mantua *et al.*, 2019). La temperatura es uno de los factores más importantes. La exposición al calor excesivo aumenta los despertares y disminuye el sueño profundo; mientras que la exposición al frío disminuye la duración y eficiencia del sueño, activa las hormonas del estrés (cortisol) y altera las respuestas cardiovasculares (Buguet, 2007) (Okamoto-Mizuno y Mizuno, 2012) (van den Berg *et al.*, 2023). La respuesta a la altitud es variable y está determinada por múltiples factores, como los valores de presión atmosférica y niveles de oxígeno, la cantidad de glóbulos rojos en sangre, la carga del ejercicio y el tiempo de recuperación. La recuperación física es menor en la altura debido a los efectos negativos en la respiración durante el sueño y la reducción del sueño profundo (Van Cutsem y Pattyn, 2022).

En este sentido, las tropas de montaña se capacitan y entrenan para ejercer una acción militar en un entorno particular y se someten a intensas exigencias físicas y mentales en condiciones ambientales hostiles; sin embargo, aún no está claro cómo dormir en entornos fríos y hostiles podría afectar su desempeño (Williams *et al.*, 2014) (Dirección General de Educación del Ejército, 2014). El objetivo del trabajo fue evaluar la relación entre el sueño y rendimiento en alumnos de la Escuela Militar de Montaña. Se aspira sentar las bases para desarrollar un sistema de manejo de riesgo de fatiga para

operaciones militares.

## Materiales y métodos

Se estudiaron a 24 sujetos masculinos del Ejército Argentino, con una edad promedio de 27,3 años, pertenecientes al Curso Avanzado de Montaña Invernal 2022 de la Escuela Militar de Montaña (Ec Mil M) del Ejército Argentino, localizada en Bariloche. La muestra incluyó a 12 oficiales y 12 suboficiales del Arma de Infantería, que fueron estudiados de forma anónima y clasificada durante tres semanas. La primera semana (PRE) de registro se obtuvo en las instalaciones de la Ec Mil M; la segunda semana (PP), en una salida al terreno en la localidad de Primeros Pinos; la tercera semana (POS), nuevamente en la Ec Mil M. En cada etapa se registró: a) duración del sueño, mediante actigrafía y diarios de sueño de 48 h; b) ambiente de sueño, mediante un sensor de dióxido de carbono, temperatura y humedad; c) nivel de alerta, mediante pruebas computarizadas en vigilia (Figura 1); d) desempeño militar, mediante el registro de evaluaciones de supervivencia, combate, tiro y esquí (Figura 2). El estudio fue observacional, no modificó ni alteró la planificación de la actividad militar.



Figura 1 (izquierda): prueba de reacción visual con actígrafo.



Figura 2 (derecha): evaluación de tiro.

La actigrafía es un método no invasivo para el estudio del

sueño con la que, mediante un sensor de movimiento colocado en la muñeca y semejante a un reloj de pulsera, se puede inferir la duración del sueño (Morgenthaler, 2007); mientras que los diarios de sueño consisten en un registro de la hora de acostarse y levantarse que recuerda cada sujeto por la mañana. La prueba de reacción psicomotora (PVT) es una evaluación del nivel de alerta, sensible a la pérdida de sueño, que determina el tiempo que tarda una persona en responder a un estímulo visual en una pantalla y presionar una tecla de computadora. Se realizó en cuatro momentos del día (08:00, 15:30, 19:00 y 23:00 h) y se registró el tiempo promedio de respuesta (MRT) en milisegundos (ms), la inversa del tiempo de reacción (IRT) y el tiempo de respuesta de  $\geq 500$  ms o lapsus (LRT) (Thorne *et al.*, 2005) (Basner *et al.*, 2011). Los sensores ambientales registraron los niveles de dióxido de carbono, temperatura y humedad durante el sueño. Fueron colocados en habitaciones durante las etapas PRE y POS en el interior de las cuevas de nieve donde durmieron durante la etapa PP. Las evaluaciones de rendimiento militar corresponden a los resultados de las pruebas de supervivencia, combate, tiro y esquí, propias del curso militar.

Para el análisis estadístico, se utilizaron datos anónimos para no identificar al cursante. Se realizó un test ANOVA de medidas repetidas en cada etapa para evaluar el nivel de alerta, pruebas de T, chi cuadrado y correlaciones entre sueño, nivel de alerta y rendimiento militar.

## Resultados

Durante la salida al terreno en Primeros Pinos, la duración promedio de sueño fue de 06:13 h ( $\pm$  00:31), la hora de inicio del sueño ocurrió a las 23:59 h ( $\pm$  00:36) y finalizó a las 06:21 h ( $\pm$  00:29). La duración fue mayor en Bariloche en la etapa PRE en relación a la etapa POS ( $p=0,018$ ). No hubo diferencias significativas entre el diario de sueño y la actigrafía durante PRE y POS; no obstante, en la etapa PP, el sueño terminó 26

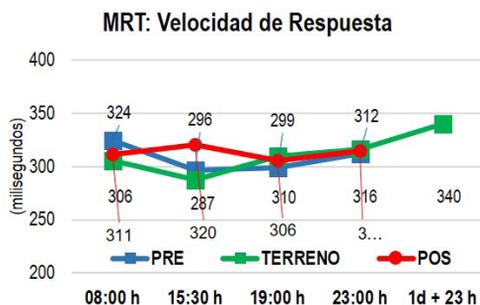
min más tarde que el registro del diario de sueño ( $p=0,014$ ) (Tabla 1). Un sujeto sufrió una lesión traumática menor durante una actividad previa a la PP y fue excluido del estudio.

	PRE			PP			POS			p
	n	Media	DE	n	Media	DE	n	Media	DE	
Inicio de Sueño (hh:mm - media)	24	23:47	00:35	23	23:59	00:36	23	00:15	00:54	0,075
Fin de Sueño (hh:mm - media)	24	06:13	00:14	23	06:21	00:29	23	06:09	00:19	0,247
Duración de Sueño (hh:mm - media)	24	06:26*	00:40	23	06:13	00:31	23	05:51*	00:57	0,018
Siesta Duración (hh:mm - media)	13	01:02	00:51	1	00:15	-	14	01:43	00:44	-

Tabla 1. Evaluación de sueño por actigrafía (48 horas de sueño antes de la prueba de alerta (PVT).

En cuanto al ambiente para dormir, las medidas antes y después del entrenamiento de invierno (PP) fueron similares (temperatura  $21,9 \pm 0,9$  °C, humedad  $61 \pm 2,9$  %, dióxido de carbono  $1241 \pm 208$  ppm). Durante dos noches de la etapa PP, los sujetos durmieron en cuevas de nieve, las condiciones ambientales fueron más frías (temperatura  $0,98 \pm 0,2$  °C,  $p<0,05$ ), más húmedas ( $93 \pm 0,2$  %,  $p<0,05$ ) y tenían una mayor concentración de dióxido de carbono ( $1551 \pm 30$  ppm,  $p<0,05$ ), en comparación con los niveles iniciales.

El nivel de alerta medido por PVT en la PP evidenció una menor atención (IRT) a las 19:30 y 23:00 h, en comparación con la PRE ( $p=0,010$ ) y POS ( $p=0,018$ ). No hubo diferencias significativas en las pruebas de alerta a lo largo de cada día en las tres mediciones realizadas con el test ANOVA de medidas repetidas, aunque, el último día de la etapa PP, luego de permanecer despiertos por más de 40 h durante un ejercicio militar, se realizó una medición extra de alerta (PVT) a las 23:00 h que sí evidenció una respuesta más lenta (MRT) en comparación con las cuatro evaluaciones del día anterior ( $p=0,010$ ) (Figura 3-5).



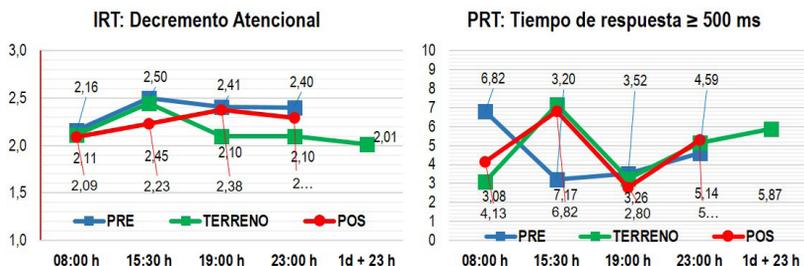


Figura 3-5. Resultados de las pruebas de reacción psicomotora.

En relación al desempeño militar evaluado por la Ec Mil M, durante la etapa PRE, la duración de sueño tuvo una correlación positiva con el rendimiento en una marcha de supervivencia ( $r=0,422$ ,  $p=0,045$ ). Durante la etapa PP, una duración más corta del sueño nocturno se asoció con un rendimiento deficiente en combate ( $r=0,659$ ,  $p=0,020$ ) y tiro con fusil ( $r=0,586$ ,  $p=0,045$ ); mientras que una menor puntería en tiro nocturno se correlacionó con una menor alerta evaluada por la tarde: MRT ( $r=-0,355$ ,  $p=0,096$ ), LRT ( $r=-0,356$ ,  $p=0,096$ ) y IRT ( $r=0,403$ ,  $p=0,056$ ). Finalmente, en la medición de la etapa POS, un bajo rendimiento en el examen de esquí de la mañana se correlacionó con un MRT más lento a las 08:00 h ( $r=-0,467$ ,  $p=0,021$ ).

## Discusión

En este estudio, encontramos una menor atención en las pruebas de alerta vespertinas durante un ejercicio en terreno invernal, con un sueño nocturno obtenido en cuevas de nieve. Aunque en estos entrenamientos militares de características técnicas no se expone rutinariamente al personal a una privación de sueño, se observó que, aquellos que durmieron menos tiempo, tenían un peor desempeño en ciertas

actividades. Estos resultados contrastan con la antiquísima creencia militar de que una noche de sueño completo era un lujo innecesario en el combate y la privación de sueño se veía como signo de abnegación y sacrificio, como lo describe la reconocida frase de Napoleón Bonaparte: "Seis para un hombre, siete para una mujer, ocho para un tonto"; sin embargo, la experiencia y evidencia científica ha ido cambiando este concepto durante las últimas décadas.

Un sueño deficiente en el campo de batalla puede ser un impedimento para procesar información y actuar con rapidez, efectividad y certeza. En una investigación, se evaluó el impacto de la restricción de sueño en el rendimiento militar en cuatro secciones de un grupo de artillería que durmieron cuatro, cinco, seis o siete horas por noche, durante 21 días de operaciones continuas. Compararon el rendimiento diario de cada sección en relación con las piezas de artillería que caían sobre el objetivo. Concluyeron que restringir el sueño con el fin de obtener un mayor rendimiento resultó improductivo. Durante los primeros dos a tres días, la sección que durmió menos tiempo, en virtud de tener más tiempo de trabajo, pudo acertar más rondas de artillería en el objetivo, pero, después del tercer día, su eficiencia se degradó significativamente. Incluso con este tiempo adicional para realizar disparos, su producción fue menor. Si bien la sección que durmió cuatro horas por noche tenía tres horas más para trabajar por día, su nivel de eficiencia diaria (impactos/total de disparos) fue más bajo que el de la unidad que durmió siete horas desde el tercer día de operaciones (Thorne *et al.*, 1983).

Otro aprendizaje llegó de la experiencia de "fuego amigo" durante la Guerra del Golfo, donde se describen en un informe médico los riesgos que pueden sufrir las tropas en una operación militar bajo restricción de sueño. En febrero de 1991, durante una operación terrestre de 100 horas, a las 18:00 h del quinto día, se le ordenó a un pelotón de vehículos de combate Bradley detener su avance hasta la mañana siguiente; permanecieron despiertos y vigilaron con sus visiones térmicas los "puntos calientes". Siete horas más tar-

de, 01:00 h, los equipos observaron puntos calientes que se aproximaban, no sabían si eran amigos o enemigos. Como los iraquíes no tenían visiones térmicas propias y siguieron avanzando, fueron reconocidos como enemigos y todos esos vehículos fueron destruidos. Durante la maniobra, dos unidades Bradley del flanco derecho giraron a su izquierda y se enfrentaron con su propia línea, confundieron a dos unidades propias por enemigos y las destruyeron. Según el informe, las unidades habían dormido de tres a cuatro horas por noche durante los cinco días previos y habrían estado operando a un nivel de rendimiento mucho más bajo que el usual. Además, el enfrentamiento tuvo lugar durante las primeras horas de la mañana, cuando las actividades mentales están naturalmente disminuidas debido a sus ritmos circadianos (Fletcher *et al.*, 2012).

En una serie de estudios de laboratorio, se analizó el deterioro que se genera bajo diferentes restricciones del tiempo de sueño mediante las mismas pruebas de reacción (PVT) que hemos utilizado. En sujetos que duermen menos de siete horas por noche, se encuentran déficits en la atención y velocidad de respuesta; son, sin embargo, niveles más altos que los de aquellos que duermen menos tiempo por noche, ya que dormir cuatro horas por noche durante diez días es equivalente a permanecer 48 horas sin dormir. La mayoría subestimó los efectos nocivos de la privación de sueño y los sujetos solo manifestaron sentirse un poco somnolientos. Este caso es un llamado de atención por la elevada cantidad de individuos que duermen menos de seis horas en nuestra sociedad actual. Solo los sujetos que alcanzaron nueve horas diarias en cama no presentaron ningún déficit en estos estudios (Dinges *et al.*, 1997) (Belenky *et al.*, 2003) (Van Dongen *et al.*, 2003) (Czeisler, 2006). En otras investigaciones, se comparó el nivel de alerta durante una vigilia prolongada con los observados luego del consumo de alcohol. Los niveles moderados de privación de sueño, como los que se generan por permanecer despierto por más de 17 horas, generan un nivel de alerta similar al que se presenta con una intoxicación

ción moderada por alcohol (0,5 g/l). Esto se exagera cuando la medición se realiza entre las 22:00 y 02:00 horas por la influencia circadiana en la caída del rendimiento. El valor 0,5 g/l es el límite legal de alcohol en sangre para conductores de muchos países, por presentar un aumento de la autoconfianza y desinhibición, disminución de la atención, del juicio y control (Dawson y Reid, 1997) (Williamson y Feyer, 2000). La prueba PVT utilizada es una adaptación de la desarrollada por el Ejército de los Estados Unidos como método objetivo para evaluar el estado de alerta en situaciones de privación de sueño (Thorne, 2005). En el último Congreso Internacional de Rendimiento Militar realizado en Londres, diversos países (Francia, Argentina, Canadá, Reino Unido e Israel) expusieron esta herramienta como método de evaluación cognitiva en situaciones operacionales con exposición al frío o calor, ante el uso de estimulantes o entrenamientos militares de infantería y submarinos (UK Army, 2023).

La resiliencia militar en climas fríos es un objetivo crucial para muchos ejércitos, determinada por factores biológicos y psicológicos, el entrenamiento físico y la tolerancia térmica. Durante un entrenamiento invernal en Finlandia, se observó que el sueño insuficiente antes y durante los ejercicios reduce la capacidad de tolerar la exposición térmica y la exigencia operacional. Aquellos que dormían en carpas con alta variación térmica o niveles elevados de dióxido de carbono tuvieron un menor desempeño; la fragmentación y restricción del sueño, junto con un frío extremo, pueden afectar la calidad del descanso y comprometer el rendimiento (Mantua *et al.*, 2019). Mediante una encuesta realizada a soldados de operaciones especiales del Ejército estadounidense, se llegó a la conclusión que aquellos con despertares relacionados con temperaturas extremas (bajas o altas), luz intensa u ocasionados por dormir en superficies incómodas tuvieron una calidad del sueño peor, más fatiga y menos motivación (Mantua *et al.*, 2023). En estos despliegues, se recomiendan intervenciones para preservar la calidad del sueño, tales como el control de la luz y la temperatura, donde se debe tener en cuenta

las diferencias individuales en la necesidad de dormir, ya que puede mejorar la seguridad y la motivación, la cognición y el desempeño operacional (van den Berg *et al.*, 2023). En relación a las actividades logísticas y de apoyo a la ciencia que nuestras fuerzas armadas realizan en la Antártida, se reconoce que los trastornos del sueño son una de las principales afecciones en la salud; generalmente, se reporta dificultad en la conciliación, menor eficiencia y calidad del sueño. Estas alteraciones son más frecuentes durante el invierno, debido al aislamiento y confinamiento extremo, la exposición al frío y las alteraciones de los ciclos de luz y oscuridad en esas latitudes, que pueden generar meses enteros de oscuridad durante el invierno (Arendt, 2012) (Pattyn *et al.*, 2018) (Folgueira *et al.*, 2019) (Folgueira, 2022).

Generalmente, al describir la guerra, hay muchos factores que contribuyen al éxito militar, como la intensidad de la batalla, la experiencia de combate, la capacitación, la moral, como así también la hidratación, el estado nutricional y el sueño. Estos factores contribuyen a la realización exitosa de tareas complejas en todos los niveles del comando; la obtención de un sueño adecuado puede considerarse como un problema similar a aquellos relacionados con otros elementos de reabastecimiento logístico, tales como agua, alimentos, combustible y municiones. Actualmente, se reconoce la importancia de obtener un sueño adecuado para mejorar el rendimiento; sin embargo, al no contar con herramientas objetivas, se utiliza la propia experiencia para la planificación del descanso durante las operaciones. Implementar sistemas de manejo y predicción de la fatiga podría ayudar a estimar el rendimiento de una unidad en cada momento del día (Lieberman *et al.*, 2005) (Reifman *et al.*, 2016) (Department of the Army, 2020). Esta planificación podría resultar más accesible para una unidad de fuerzas de operaciones especiales reducida, que, en las últimas décadas, han sufrido un crecimiento exponencial en capacidad y cantidad (Hooker, 2023); pero, a medida que la guerra contra el terrorismo en Oriente Medio decayó, la competencia entre las grandes potencias volvió a

primer plano y las fuerzas especiales comenzaron a reorientarse, como se ha visto recientemente en Europa. La decisión de reorientar estas fuerzas en ambientes extremos parece apropiada, especialmente cuando se integran y contribuyen adecuadamente con los planes de campaña (White, 2022).

Las actividades militares en tiempos de paz tampoco están exentas de los efectos negativos de un sueño inadecuado. Se pueden observar durante maniobras terrestres, navales o aéreas, en los esquemas de trabajo por turnos en seguridad, transporte y salud, entre otros. Los entrenamientos durante la carrera militar también involucran la puesta en práctica de destrezas físicas y mentales bajo condiciones de escasas horas de sueño. La comprensión de los mecanismos del sueño, así como de las tecnologías necesarias para su detección, también impactaría sobre el sector socio-económico y/o productivo, ya que podría permitir la reducción de la fatiga y aumentar el rendimiento de los trabajadores, reducir las tasas de accidentes derivados de la disminución del estado de alerta y mejorar problemas de salud vinculados a los trastornos de sueño. Por esta razón, cada vez son más frecuentes las intervenciones realizadas en la gestión del sueño y la fatiga en diversos sectores de la producción, los servicios y deportes de competencia (Diez *et al.*, 2010) (Gander *et al.*, 2011) (Reifman *et al.*, 2016) (UK Ministry of Defence, 2016) (Kanki y Hobbs, 2018) (Mattie *et al.*, 2024).

## Conclusiones

Las exigencias propias de la vida militar requieren afrontar situaciones de privación de sueño. Las operaciones militares suelen ser extensas y continuas, e implican alteraciones del sueño y del estado de alerta, vinculadas en general con un menor desempeño militar. El frío y otras condiciones ambientales extremas también afectan la calidad y oportunidad del descanso, aunque de una forma menos conocida. El estudio de estos factores y de otros estresores ambientales puede

ayudar a comprender la naturaleza del accionar durante el combate y la adaptación del hombre al ambiente, y a evaluar intervenciones para prevenir los déficits encontrados. Si bien no existe ningún mecanismo para reemplazar el sueño, las herramientas de planificación pueden ser muy útiles para controlar o realizar una actividad en el momento oportuno. El uso de modelos y algoritmos digitales de predicción de fatiga podría predecir el nivel de alerta de los soldados durante un entrenamiento, aunque se debe considerar que ciertos entornos ambientales son extenuantes física y cognitivamente e incrementan la fatiga de una forma desconocida. Las estrategias preventivas o intervenciones neurológicas para mitigar estos deterioros y mantener la salud física y mental no pueden depender de enfoques únicos y podrían requerir una adaptación interindividual. Existen potenciales beneficios en el rendimiento y la seguridad si el sueño es considerado y manejado de una manera proactiva. Al ser el sueño uno de los aspectos más importantes de la recuperación de la salud física y mental, se recomienda fomentar un sueño saludable y garantizar oportunidades de descanso en todos los entornos operativos, ya que el sueño se considera un factor fundamental para mantener el éxito en el campo de batalla.

## Referencias bibliográficas

- Arendt, J. (2012). Biological Rhythms During Residence in Polar Regions. *Chronobiology International*, 29(4), 379–394. <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.668997>
- Basner, M., Mollicone, D. y Dinges, D.F. (2011). Validity and Sensitivity of a Brief Psychomotor Vigilance Test (PVT-B) to Total and Partial Sleep Deprivation. *Acta astronautica*, 69(11-12), 949–959. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.07.015>
- Belenky, G., Penetar, D., Thorne, D., Popp, K., Leu, J., Thomas, M., Sing, H., Balkin, T., Wesensten, N., y Redmond D., (1994). Capítulo 7: The Effects of Sleep Deprivation on Performance During Continuous Combat Operations. En M. Marriott (Ed.), *Food Components to Enhance Performance* (pp. 127–136). Washington (D.C.): National Academies Press.
- Belenky, G., Wesensten, N., Thorne, D., Thomas, M., Sing, H., Redmond, D., Russo, M. y Balkin, T. (2003). Patterns of Performance Degradation and Restoration During Sleep Restriction and Subsequent Recovery: A Sleep Dose-response Study. *Journal of Sleep Research*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.2003.00337.x>
- Buguet, A. (2007) Sleep under Extreme Environments: Effects of Heat and Cold Exposure, Altitude, Hyperbaric Pressure and Microgravity in Space. *Journal of the Neurological Sciences*, 262 (1–2), 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2007.06.040>
- Cardinali, D. (2013). Capítulo 15: Correlatos electrofisiológicos de la actividad cortical, fisiología del sueño. En Autor

(Ed.), *Manual de Neurofisiología*. Buenos Aires, Argentina: Diaz de Santos.

Chokroverty, S. (2011a). Capítulo 2: Características generales del sueño normal. En Autor (Ed.), *Medicina de los trastornos del sueño* (3era Ed., pp. 5–21). Barcelona, España: Elsevier España.

Chokroverty, S. (2011b). Capítulo 3: Privación de sueño y somnolencia. En Autor (Ed.), *Medicina de los trastornos del sueño* (3era Ed., pp. 22–28). Barcelona, España: Elsevier España.

Colten, H.R. y Altevogt, B.M. (Eds.). (2006). *Sleep disorders and sleep deprivation: An unmet public health problem*. Washington, D.C.: The National Academies Press.

Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem. National Academies Press (US).

Czeisler, C. (2006). Sleep deficit. The Performance Killer. *Harvard Business Review*, 84, 53–59.

Dawson, D. y Reid, K. (1997). Fatigue, alcohol and performance impairment. *Nature*, 388(6639), 235. <https://doi.org/10.1038/40775>

Department of the Army. (2020). Capítulo 11: Sleep Readiness. En Walter Reed Army Institute of Research (Ed.), *FM 7-22, Holistic Health And Fitness*. Washington, D.C., Estados Unidos: Department of the Army.

Diez, J.J., Vigo, D.E., Brangold, M., Cardinali, D.P., Pérez Chada, D. y Golombek, D.G. (2010). Evaluación de las características del ciclo sueño – vigilia en conductores de transporte público de pasajeros de larga distancia. Presentado a la Superintendencia de riesgos de trabajo.

- Dirección General de Educación del Ejército (2014). Directiva 2014-1: Bases para el planeamiento e implementación de intervenciones en los cursos de TOE. Campo de Mayo, Argentina.
- Dinges, D., Pack, F., Williams, K., Gillen, K., Powell, J., Ott, G., Aptowicz, C. y Pack, A. (1997). Cumulative Sleepiness, Mood Disturbance, and Psychomotor Vigilance Performance Decrements During a Week of Sleep Restricted to 4–5 Hours per Night. *Sleep*, 20(4), 267–277. <https://doi.org/10.1093/sleep/20.4.267>
- Fletcher A., Wesensten N., Kandelaars K. y Balkin T. (2012). Capítulo 3: Measuring and Predicting Sleep and Performance during Military Operations. En K. E. Friedl y W. R. Santee (Eds), *Military Quantitative Physiology: Problems and Concepts in Military Operational Medicine*. Silver Spring, Maryland: Walter Reed Army Institute of Research.
- Folgueira, A., Simonelli, G., Plano, S., Tortello, C., Cuiuli, J.M., Blanchard, A., Patagua, A., Brager, A.J., Capaldi, V.F., Aubert, A.E., Barbarito, M., Golombek, D.A. y Vigo, D.E. (2019). Sleep, Napping and Alertness During an Overwintering Mission at Belgrano II Argentine Antarctic Station. *Scientific reports*, 9(1), 10875. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46900-7>
- Folgueira, A. (2022). Cronobiología del aislamiento antártico: la utilización de la Base Belgrano II como modelo de desincronización biológica y análogo espacial. [Tesis de doctorado]. Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina "Santa María de los Buenos Aires".
- Foster, R. y Kreitzman, L. (2005). Sleep and Performance. En Autores (Eds.), *The Rhythms of Life. The Biological Clocks that Control the Daily Lives of Every Living Thing*. Yale University Press.

- Gander, P., Hartley, L., Powell, D., Cabon, P., Hitchcock, E., Mills, A. y Popkin, S. (2011). Fatigue Risk Management: Organizational Factors at the Regulatory and Industry/company Level. *Accident Analysis and Prevention*, 43(2), 573–590. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.11.007>
- Grossman, D.A. y Christensen, L.W. (2014). Capítulo 3: Sistema nervioso simpático y sistema nervioso parasimpático: las tropas de combate y mantenimiento del cuerpo. En: Grossman, D.A., *Sobre el combate: la psicología del conflicto letal en la guerra y en la paz*. España: Editorial Melusina.
- Hooker, R.D. (2023). America's Special Operations Problem. *Joint Force Quarterly*, 108, 50–55.
- Jurado Luque, M.J., Merino Andréu, M., Álvarez Ruiz de Larrinaga, A., Madrid Pérez, J.A., Martínez Martínez, M.A., Puertas Cuesta, F.J., Asencio Guerra, A.J., Romero Santo Tomás, O., Segarra Isern, F.J., Canet Sanz, T., Giménez Rodríguez, P., Terán Santos, J., Alonso Álvarez, M.L., García Borreguero, D. y Barriuso Esteban, B. (2016). Sueño saludable: Evidencias y guías de actuación. Documento oficial de la Sociedad Española de Sueño. *Revista de Neurología*, 63(S02). <https://doi.org/10.33588/rn.63s02.2016397>
- Kanki, B. y Hobbs, A. (2018). Capítulo 14: Organizational Factors and Safety Culture. En Sgobba, T., Kanki, B., Clervoy, J.F. y Mjeldheim Sandal, G. (Eds.), *Space Safety and Human Performance*, 621–651. Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101869-9.00014-5>
- Lieberman H., Bathalon G., Falco C., Morgan C., Niro P. y Tharion W. (2005). The Fog of War: Decrements in Cognitive Performance and Mood Associated with Combat-Like Stress. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 76(7).
- Mantua, J., Bessey, A., Sowden, W.J., Chabuz, R., Brager, A. J., Capaldi, V.F. y Simonelli, G. (2019). A Review of

- Environmental Barriers to Obtaining Adequate Sleep in the Military Operational Context. *Military medicine*, 184(7-8), 259–266. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz029>
- BMJ Mil Health 2023; 169:316-320.
- Mantua, J., Ritland, B.M., Naylor, J.A., Simonelli, G., Mickelson, C.A., Choynowski, J.J., Bessey, A.F., Sowden, W.J., Burke, T.M. y McKeon, A.B. (2023). Physical Sleeping Environment is Related to Insomnia Risk and Measures of Readiness in US Army Special Operations Soldiers. *BMJ Military Health*, 169(4), 316–320. <https://doi.org/10.1136/bmjmilitary-2021-001801>
- Mattie, P., Kjærgaard, A. y Pattyn, N. (2024) Capítulo 3: Implementing Mental Performance Programs in Elite Military Units. En Pattyn, N. y Hauffa, R. (Eds.), *Handbook of Mental Performance: Lessons from High Performance Domains*. <https://doi.org/10.4324/9781003378969>
- Morgenthaler, T., Alessi, C., Friedman, L., Owens, J., Kapur, V., Boehlecke, B., Brown, T., Chesson, A., Coleman, J., Lee-Chiong, T., Pancer, J. y Swick, T.J. (2007). Practice Parameters for the Use of Actigraphy in the Assessment of Sleep and Sleep Disorders: An Update for 2007. *Sleep*, 30(4), 519–529. <https://doi.org/10.1093/sleep/30.4.519>
- Okamoto-Mizuno, K. y Mizuno, K. (2012). Effects of Thermal Environment on Sleep and Circadian Rhythm. *Journal of Physiological Anthropology*, 31(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1880-6805-31-14>
- Pattyn, N., Van Puyvelde, M., Fernandez-Tellez, H., Roelands, B. y Mairesse, O. (2018). From the Midnight Sun to the Longest Night: Sleep in Antarctica. *Sleep Medicine Reviews*, 37, 159–172. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.03.001>
- Puertas Cuesta, F.J., Prieto Prieto, F., Sánchez Andrés, J.V. y

- Aguirre Mardones, C. (2015). Capítulo 1: Neurobiología del ciclo sueño-vigilia. Modificaciones fisiológicas durante el sueño. En J. Montserrat Canal & F. J. Puertas Cuesta (Eds.), *Patología básica del sueño* (pp. 1–11). Barcelona, España: Elsevier España.
- Reifman, J., Kumar, K., Wesensten, N.J., Tountas, N.A., Balkin, T.J. y Ramakrishnan, S. (2016). 2B-Alert Web: An Open-Access Tool for Predicting the Effects of Sleep/Wake Schedules and Caffeine Consumption on Neurobehavioral Performance. *Sleep*, 39(12), 2157–2159.
- Thorne, D.R., Genser, S.G., Sing, H.C. y Hegge, F.W. (2-4 de mayo de 1983). Plumbing Human Performance Limits During 72 Hours of High Task Load. En el seminario *Proceedings of the 24th DRG Seminar on the Human as a Limiting Element in Military Systems*. Toronto: Defence and Civil Institute of Environmental Medicine.
- Thorne, D.R., Johnson, D.E., Redmond, D.P., Sing, H.C., Belenky, G. y Shapiro, J.M. (2005). The Walter Reed Palm-held Psychomotor Vigilance Test. *Behavior research methods*, 37(1), 111–118. <https://doi.org/10.3758/bf03206404>
- UK Army. 6th International Congress on Soldiers' Physical Performance "Delivering human advantage" (2023). Programme Book. Londres.  
Recuperado de: [https://www.linkedin.com/posts/british-army\\_dsei2023-defence-icspp2023-activity-7108104848507580416-0buI](https://www.linkedin.com/posts/british-army_dsei2023-defence-icspp2023-activity-7108104848507580416-0buI)
- UK Ministry of Defence and Military Aviation Authority (2016). Regulatory Article (RA) 3207: Controller Fatigue Management. Military Aviation Authority. Reino Unido.
- Van Cutsem, J. y Pattyn, N. (2022). Primum Non Nocere; It's Time to Consider Altitude Training as the Medical Intervention it Actually is! *Frontiers in Psychology*, 13.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1028294>

- Van Dongen, H.P., Maislin, G., Mullington, J.M. y Dinges, D.F. (2003). The Cumulative Cost of Additional Wakefulness: Dose-response Effects on Neurobehavioral Functions and Sleep Physiology from Chronic Sleep Restriction and Total Sleep Deprivation. *Sleep*, 26(2), 117–126. <https://doi.org/10.1093/sleep/26.2.117>
- van den Berg, N.H., Michaud, X., Pattyn, N. y Simonelli, G. (2023). How Sleep Research in Extreme Environments Can Inform the Military: Advocating for a Transactional Model of Sleep Adaptation. *Current psychiatry reports*, 25(2), 73–91. <https://doi.org/10.1007/s11920-022-01407-3>
- Varga Pérez, J.A. (2018). Detección y prevención de virus respiratorios aplicado a plásticos burbujas [Tesis de doctorado no publicada]. Universidad Católica.
- Walker M.P. (2008). Cognitive consequences of sleep and sleep loss. *Sleep medicine*, 9(1), 29–34. [https://doi.org/10.1016/S1389-9457\(08\)70014-5](https://doi.org/10.1016/S1389-9457(08)70014-5)
- Watson N.F., Badr M.S., Belenky G., Bliwise D.L., Buxton O.M., Buysse D., Dinges D.F., Gangwisch J., Grandner M.A., Kushida C., Malhotra R.K., Martin J.L., Patel S.R., Quan S.F. y Tasali E. (2015). Recommended Amount of Sleep for a Healthy Adult: A Joint Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society. *Sleep*, 38(6). <https://doi.org/10.5665/sleep.4716>
- White, A. (2022). Ukraine Conflict: Ukrainian Special Operations Forces in Focus. *Janes*. Recuperado de: <https://www.janes.com/defence-news/news-detail/ukraine-conflict-ukrainian-special-operations-forces-in-focus>.
- Whitmire, A.M., Leveton, L. B., Barger, L., Brainard, G., Dinges, D.F., Klerman, E. y Shea, C. (2009). *NASA evidence report:*

*Risk of performance errors due to sleep loss, circadian desynchronization, fatigue, and work overload.* Recuperado de [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Risk\\_of\\_performance\\_errors\\_due\\_to\\_sleep\\_loss%2C\\_circadian\\_desynchronization%2C\\_fatigue%2C\\_and\\_work\\_overload.pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Risk_of_performance_errors_due_to_sleep_loss%2C_circadian_desynchronization%2C_fatigue%2C_and_work_overload.pdf).

Williams, S.G., Collen, J., Wickwire, E., Lettieri, C.J. y Mysliwiec, V. (2014). The impact of sleep on soldier performance. *Current psychiatry reports*, 16(459). <https://doi.org/10.1007/s11920-014-0459-7>

Williamson, A. y Feyer, A. (2000). Moderate Sleep Deprivation Produces Impairments in Cognitive and Motor Performance Equivalent to Legally Prescribed Levels of Alcohol Intoxication. *Occupational and Environmental Medicine*, 57, 649–655. <https://doi.org/10.1136/oem.57.10.649>