

Efecto de la carga de entrenamiento sobre la estabilidad articular de la rodilla en soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería, Honduras

Effect of Training Load on Knee Joint Stability in Athlete Soldiers of the Ninth Infantry Battalion, Honduras

Efeito da carga de treinamento sobre a estabilidade articular do joelho em soldados atletas do Nono Batalhão de Infantaria, Honduras

Luis Fernando Valladares Barrios

<https://orcid.org/0009-0009-8039-1657>

Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Honduras

Doris Judith López Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0003-0264-5139>

Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, Honduras

*Email: doris.lopez@unah.edu.hn

Como citar este artículo: Barrios Valladares, F. L., Rodríguez López, J. D., (2026). Efecto de la carga de entrenamiento sobre la estabilidad articular de la rodilla en soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería, Honduras, 26(36),187-198. <https://arrancada.cuaje.edu.cu>

RESUMEN

La estabilidad articular de la rodilla es esencial para el rendimiento físico y la prevención de lesiones en poblaciones con alta exigencia funcional, como los soldados atletas. El presente estudio analizó el efecto de la carga de entrenamiento sobre la estabilidad de la rodilla en 23 soldados del Noveno Batallón de Infantería de El Paraíso, Honduras, seleccionados entre 89 efectivos. Mediante un diseño cuantitativo, observacional, analítico y transversal, se evaluó la estabilidad con las pruebas de *pivot shift*, estrés en valgo, cajón anterior y cajón posterior, mientras que la carga de entrenamiento se determinó por la frecuencia y las horas semanales de práctica, así como por los años de experiencia deportiva. Los datos se analizaron con estadística descriptiva, la prueba de Shapiro-Wilk, la correlación de Spearman, la chi-cuadrado y la prueba exacta de Fisher ($p < 0,05$). Los resultados mostraron que el 43,5 % de los participantes presentó inestabilidad, siendo el cajón anterior la prueba más frecuentemente positiva (21,7 %). Se halló una asociación significativa entre la carga de entrenamiento y la estabilidad ($\chi^2 = 9,15$; $p = 0,010$) y una correlación positiva alta entre las horas de entrenamiento y el número de pruebas positivas ($\rho = 0,656$; $p = 0,001$). Los soldados con alta carga de entrenamiento presentaron un riesgo significativamente mayor de inestabilidad ($OR = 18,00$; $IC\ 95\ %: 1,63-198,52$). Se concluye que la carga de entrenamiento ejerce un efecto significativo sobre la inestabilidad de rodilla, incrementando el riesgo de lesión en esta población.

Palabras clave: carga de entrenamiento; estabilidad articular; rodilla; soldados atletas; lesiones deportivas; medicina militar.

ABSTRACT

Knee joint stability is essential for physical performance and injury prevention in populations with high functional demands, such as soldier-athletes. This study analyzed the effect of training load on knee stability in 23 soldier-athletes from the Ninth Infantry Battalion of El Paraíso, Honduras, selected from a population of 89 personnel. Using a quantitative, observational, analytical, and cross-sectional design, stability was assessed with the pivot shift, valgus stress, anterior drawer, and posterior drawer tests, while training load was determined by weekly training frequency and hours, as well as years of sports experience. Data were analyzed using descriptive statistics, Shapiro-Wilk test, Spearman's correlation, chi-square, and Fisher's exact test ($p < 0.05$). Results showed that 43.5% of participants presented some degree of instability, with the anterior drawer test being the most frequently positive (21.7%). A significant association was found between training load and stability ($\chi^2 = 9.15$; $p = 0.010$), as well as a high positive correlation between training hours and the number of positive tests ($\rho = 0.656$; $p = 0.001$). Soldier-athletes with high training load presented a significantly higher risk of instability (OR = 18.00; 95% CI: 1.63–198.52). It is concluded that training load exerts a significant effect on knee instability, increasing the risk of injury in this population.

Keywords: training load; joint stability; knee; athlete soldiers; sports injuries; military medicine.

RESUMO

A estabilidade articular do joelho é essencial para o desempenho físico e a prevenção de lesões em populações com elevada exigência funcional, como os soldados-atletas. Este estudo analisou o efeito da carga de treinamento sobre a estabilidade do joelho em 23 soldados-atletas do Nono Batalhão de Infantaria de El Paraíso, Honduras, selecionados entre um total de 89 efetivos. Mediante um delineamento quantitativo, observacional, analítico e transversal, avaliou-se a estabilidade com os testes de *pivot shift*, estresse em valgo, gaveta anterior e gaveta posterior, enquanto a carga de treinamento foi determinada pela frequência e pelas horas semanais de prática, bem como pelos anos de experiência desportiva. Os dados foram analisados com estatística descritiva, o Shapiro-Wilk, a correlação de Spearman, o qui-quadrado e o teste exato de Fisher ($p < 0,05$). Os resultados revelaram que 43,5% dos participantes apresentaram algum grau de instabilidade, sendo o teste da gaveta anterior o mais frequentemente positivo (21,7%). Encontrou-se associação significativa entre a carga de treinamento e a estabilidade ($\chi^2 = 9,15$; $p = 0,010$) e uma correlação positiva alta entre horas de treinamento e número de testes positivos ($\rho = 0,656$; $p = 0,001$). Soldados com alta carga de treinamento apresentaram risco significativamente maior de instabilidade (OR = 18,00; IC 95%: 1,63–198,52). Conclui-se que a carga de treinamento exerce um efeito significativo sobre a instabilidade do joelho, aumentando o risco de lesão nessa população.

Palavras-chave: carga de treinamento; estabilidade articular; joelho; soldados atletas; lesões esportivas; medicina militar.

Recibido: septiembre/25

Aceptado: diciembre/25

INTRODUCCIÓN

La práctica sistemática de actividad física y el entrenamiento deportivo constituyen elementos esenciales para el mantenimiento de la salud, el desarrollo de capacidades físicas y la mejora del rendimiento en diferentes poblaciones. En el ámbito militar, el entrenamiento físico adquiere una relevancia aún mayor, ya que el personal debe mantener niveles óptimos de fuerza, resistencia, velocidad, agilidad y capacidad funcional para responder de manera eficiente a las exigencias operativas del servicio. Los soldados atletas, además de cumplir funciones militares, participan activamente en competencias deportivas y están expuestos a elevadas cargas de entrenamiento (Brito et al., 2025) que pueden influir significativamente en el estado funcional de su sistema musculoesquelético, en particular en las articulaciones sometidas a altas exigencias mecánicas, como la rodilla.

La articulación de la rodilla es una de las estructuras anatómicas más complejas y funcionalmente importantes del cuerpo humano. Está conformada por la interacción de elementos

óseos, ligamentarios, meniscales, capsulares y musculares que actúan de forma integrada para proporcionar movilidad y estabilidad durante las actividades de la vida diaria y el ejercicio físico (Chatrenet, 2013). Su adecuado funcionamiento depende del equilibrio entre la estabilidad estática, proporcionada por los ligamentos y las estructuras pasivas, y la estabilidad dinámica, determinada principalmente por la acción coordinada de los músculos y del sistema neuromuscular.

Debido a su ubicación anatómica y a las elevadas cargas biomecánicas que soporta, la rodilla es una de las articulaciones más vulnerables a lesiones deportivas. Durante actividades como correr, saltar, realizar cambios bruscos de dirección, aterrizar o levantar cargas, la articulación puede experimentar fuerzas compresivas y de cizallamiento de gran magnitud, lo que aumenta el riesgo de alteraciones funcionales y de lesiones agudas o crónicas (Boston Medical Center, 2022). De hecho, las lesiones de rodilla representan una de las principales causas de incapacidad temporal y de disminución del rendimiento en atletas y en el personal militar.

La estabilidad articular de la rodilla es un componente esencial para garantizar un movimiento eficiente y prevenir lesiones. Esta estabilidad depende de la integridad de estructuras como el ligamento cruzado anterior, el ligamento cruzado posterior, los ligamentos colaterales y los meniscos, así como del adecuado funcionamiento de los músculos estabilizadores, especialmente el cuádriceps y los isquiotibiales (Chatrenet, 2013). Alteraciones en cualquiera de estos componentes pueden provocar inestabilidad funcional, dolor y limitaciones en el desempeño físico.

La literatura científica ha demostrado que la carga de entrenamiento es uno de los principales factores asociados tanto a las adaptaciones positivas como al desarrollo de lesiones musculoesqueléticas. La carga de entrenamiento puede definirse como el conjunto de estímulos físicos y fisiológicos a los que se somete un individuo durante el proceso de preparación deportiva, e incluye variables como el volumen, la intensidad, la frecuencia y la densidad del ejercicio. Cuando estas cargas son dosificadas adecuadamente, favorecen adaptaciones fisiológicas que mejoran la fuerza, el control neuromuscular y la estabilidad articular. Sin embargo, cuando la carga excede la capacidad adaptativa del organismo o no se acompaña de periodos suficientes de recuperación, aumenta el riesgo de sobreentrenamiento y de lesiones (Raya-González et al., 2018).

En este sentido, Rojas (2015) demostró que la aplicación del protocolo de entrenamiento nórdico modificado produjo mejoras significativas en la estabilidad dinámica de la rodilla en futbolistas, lo que evidencia que los programas específicos de fortalecimiento y control neuromuscular pueden contribuir a la prevención de lesiones. Asimismo, Morcillo-Valencia et al. (2024); Raya-González et al. (2018) señalaron que el entrenamiento con carga excéntrica favorece la recuperación funcional y la readaptación tras lesiones ligamentarias, y resaltaron la importancia del tipo de carga aplicada durante el entrenamiento.

Desde el punto de vista biomecánico, las investigaciones recientes han profundizado en el análisis de las fuerzas que actúan sobre la rodilla durante los ejercicios de fuerza. Jadue Arriaza et al. (2025), mediante una revisión sistemática, concluyeron que las variantes de sentadilla generan diferentes niveles de fuerzas articulares y reacciones musculoesqueléticas, lo que evidencia la necesidad de individualizar las cargas de entrenamiento para reducir el riesgo de lesiones. Estos hallazgos adquieren especial relevancia en poblaciones sometidas a exigencias físicas elevadas, como las de los atletas militares.

Los atletas de deportes de fuerza presentan una elevada incidencia de lesiones de rodilla asociadas a cargas repetitivas y a altos niveles de estrés mecánico en la articulación. Rodríguez Llor (2025) identificó una alta prevalencia de lesiones de rodilla en deportistas de halterofilia, mientras que Fahmi et al. (2024) describieron características similares en atletas de levantamiento de pesas en Indonesia. Estos estudios sugieren que la exposición continua a

cargas elevadas puede comprometer la integridad articular y afectar el rendimiento deportivo.

De manera complementaria, Calero (2023) reportó una alta prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en deportistas e identificó la rodilla como una de las articulaciones más afectadas. Las lesiones ligamentarias y multiligamentarias constituyen un desafío clínico debido a su complejidad diagnóstica y terapéutica, lo que puede generar secuelas funcionales a largo plazo (Canales-Zamora et al., 2020; Moatshe et al., 2017). Asimismo, Bandeira et al. (2022) destacan la importancia de una evaluación epidemiológica y diagnóstica adecuada de las lesiones asociadas a fracturas y traumatismos de alta energía.

Las consecuencias del exceso de carga no se limitan a lesiones agudas, sino que también abarcan procesos degenerativos crónicos. La artrosis de rodilla es una de las principales patologías degenerativas asociadas a la exposición prolongada a cargas mecánicas elevadas y a factores de riesgo como el sobrepeso corporal (Arnal, 2022). Este escenario refuerza la necesidad de monitorear y regular las cargas de entrenamiento para preservar la salud articular a largo plazo.

En el contexto militar, los soldados atletas constituyen una población de especial interés debido a la doble exigencia física derivada tanto del entrenamiento militar como de la práctica deportiva competitiva. Las actividades propias del servicio, como marchas con carga, carreras, ejercicios tácticos, saltos y entrenamientos de fuerza, generan un elevado estrés biomecánico en la rodilla. A pesar de ello, existe evidencia científica limitada sobre la relación entre la carga de entrenamiento y la estabilidad articular de la rodilla en las poblaciones militares de Honduras.

En particular, los soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería, ubicado en el departamento de El Paraíso, Honduras, están expuestos a programas de entrenamiento que combinan exigencias militares y deportivas, lo que podría afectar la estabilidad articular de sus rodillas y, en consecuencia, su desempeño físico y operativo. La identificación de esta relación resulta fundamental para diseñar estrategias preventivas orientadas a disminuir la incidencia de lesiones, optimizar el rendimiento y garantizar la preparación física del personal militar.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar el efecto de la carga de entrenamiento sobre la estabilidad articular de la rodilla en soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería de El Paraíso, Honduras. Los resultados del estudio aportarán evidencia científica relevante para las ciencias del deporte, la medicina militar y la fisioterapia, y contribuirán al desarrollo de programas de entrenamiento basados en evidencia que promuevan el rendimiento físico y la salud articular del personal militar.

MUESTRA Y METODOLOGÍA

Diseño

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño observacional, analítico y de corte transversal, orientado a determinar el efecto de la carga de entrenamiento sobre la estabilidad articular de la rodilla en soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería, ubicado en el departamento de El Paraíso, Honduras. El diseño observacional se seleccionó porque las variables de estudio fueron evaluadas en su contexto natural, sin manipulación experimental, mientras que el carácter analítico permitió examinar la relación entre la carga de entrenamiento y los indicadores clínicos de estabilidad articular. Asimismo, el estudio tuvo un alcance correlacional, dado que buscó identificar asociaciones entre la exposición a diferentes niveles de carga física y la presencia de alteraciones en la estabilidad de la rodilla.

El estudio se realizó en las instalaciones del Noveno Batallón de Infantería durante el período de evaluación física anual de los soldados atletas. Esta población se caracteriza por

estar expuesta simultáneamente a las demandas del entrenamiento militar y deportivo, que incluyen actividades de resistencia, fuerza y velocidad, marchas con carga, ejercicios tácticos y competencias deportivas institucionales. Dichas actividades generan elevadas cargas biomecánicas sobre las extremidades inferiores, particularmente en la rodilla, considerada una de las estructuras más vulnerables a lesiones musculoesqueléticas debido a las altas fuerzas de compresión, cizallamiento y torsión a las que está sometida.

Participantes

La población estuvo conformada por un total de 89 soldados atletas activos del Noveno Batallón de Infantería. A partir de esta población se seleccionó una muestra de 23 participantes, equivalente al 25,8 % del universo de estudio. La selección se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad de los participantes y el cumplimiento de los criterios de elegibilidad establecidos. Fueron incluidos aquellos soldados atletas con edades comprendidas entre 18 y 45 años, que participaban regularmente en programas de entrenamiento físico militar o deportivo y que aceptaron voluntariamente participar en la investigación mediante la firma del consentimiento informado. Se excluyeron participantes con lesiones agudas incapacitantes, antecedentes de cirugía reciente de rodilla, enfermedades neurológicas o musculoesqueléticas que pudieran interferir con la evaluación de la estabilidad articular, así como aquellos que se encontraban bajo restricción médica al momento del estudio.

La variable independiente correspondió a la carga de entrenamiento, entendida como el conjunto de estímulos físicos derivados de la práctica sistemática del entrenamiento militar y deportivo. Para su evaluación, se consideraron indicadores relacionados con la frecuencia semanal de entrenamiento, el número de horas de actividad física, los años de práctica deportiva y la percepción subjetiva del esfuerzo. La variable dependiente fue la estabilidad articular de la rodilla, definida como la capacidad de la articulación para mantener su integridad estructural y funcional frente a cargas externas y movimientos dinámicos, lo que garantiza un adecuado control biomecánico durante la actividad física.

La recolección de información se realizó mediante una ficha estructurada, diseñada específicamente para el estudio, que incluyó variables sociodemográficas, antecedentes deportivos y datos sobre la carga de entrenamiento. Posteriormente, todos los participantes fueron sometidos a una evaluación clínica ortopédica de ambas rodillas para identificar signos de inestabilidad ligamentaria. Las valoraciones fueron realizadas por personal capacitado en medicina deportiva y evaluación musculoesquelética, siguiendo protocolos estandarizados para minimizar el sesgo de medición y garantizar la confiabilidad de los resultados.

Para evaluar la estabilidad articular, se aplicaron cuatro pruebas clínicas ampliamente utilizadas en la práctica ortopédica y deportiva. La prueba de *pivot shift* se empleó para valorar la estabilidad rotacional anterolateral de la rodilla y detectar una insuficiencia del ligamento cruzado anterior. Esta maniobra permite identificar fenómenos de subluxación tibial asociados a inestabilidad dinámica, y se considera positiva cuando se observa reducción o desplazamiento anormal durante la flexión. La prueba de estrés en valgo se utilizó para evaluar la integridad del ligamento colateral medial mediante la aplicación de una fuerza medial sobre la articulación en extensión completa y a 30 grados de flexión; la presencia de apertura articular excesiva o dolor se interpretó como indicativa de compromiso ligamentario.

Asimismo, se aplicó la prueba del cajón anterior para determinar la integridad funcional del ligamento cruzado anterior, evaluando el desplazamiento anterior de la tibia respecto del fémur. Se consideró positiva cuando se evidenció un incremento de la traslación tibial respecto de la extremidad contralateral. De igual forma, la prueba del cajón posterior se utilizó para valorar la integridad del ligamento cruzado posterior, registrándose como positiva ante la

presencia de un desplazamiento posterior anormal de la tibia. Los resultados de las pruebas fueron codificados de forma dicotómica (positivo/negativo), lo que permitió establecer un perfil clínico de estabilidad articular para cada participante.

El procedimiento metodológico se desarrolló en varias etapas. Inicialmente, se obtuvo la autorización institucional de las autoridades militares del Noveno Batallón de Infantería. Posteriormente, se socializaron los objetivos del estudio con los participantes, seguida de la obtención del consentimiento informado. En una segunda fase se recopiló información sobre la carga de entrenamiento y las características personales de los soldados atletas. Finalmente, se realizaron las evaluaciones clínicas ortopédicas de rodilla y se registraron sistemáticamente los resultados.

Los datos fueron procesados y analizados con el programa estadístico IBM SPSS Statistics, versión 26.0. Se efectuó un análisis descriptivo utilizando frecuencias absolutas, porcentajes, medias y desviaciones estándar, según la naturaleza de las variables. La normalidad de los datos se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, recomendada para muestras pequeñas. Considerando el tamaño muestral y la posible no normalidad de las variables, se emplearon pruebas no paramétricas para el análisis inferencial. La asociación entre la carga de entrenamiento y la estabilidad articular de la rodilla se evaluó mediante el coeficiente de correlación de Spearman (ρ), mientras que las asociaciones entre variables categóricas se examinaron mediante la prueba exacta de Fisher o la prueba de chi-cuadrado, según correspondiera. Se estableció un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$ para todas las pruebas.

La investigación se desarrolló conforme a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki para estudios con seres humanos. Se garantizó la participación voluntaria, la confidencialidad de la información y el anonimato de los participantes. Los datos recolectados fueron utilizados exclusivamente con fines científicos y académicos, asegurando el respeto a la integridad y derechos de los soldados atletas participantes en el estudio.

RESULTADOS

Participaron 23 soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería de El Paraíso, Honduras. La edad promedio fue de $28,7 \pm 5,6$ años y el IMC medio fue de $25,1 \pm 2,8$ kg/m². El volumen semanal de entrenamiento presentó una mediana de 8,0 horas y un rango intercuartílico de 6,25 a 10,25 horas.

Tabla 1. Características generales de la muestra

Variable	Media $\pm$ DE	Mediana	RIC
Edad	$28,7 \pm 5,6$	28,0	24,0–33,0
IMC	$25,1 \pm 2,8$	24,8	23,1–27,4
Años de práctica deportiva	$7,3 \pm 3,9$	7,0	4,0–10,0
Horas de entrenamiento/semana	$8,3 \pm 2,7$	8,0	6,25–10,25

Fuente: propia

La prueba de Shapiro-Wilk mostró una distribución normal para las horas de entrenamiento semanal ($p = 0,609$); sin embargo, el número de pruebas clínicas positivas no presentó una distribución normal ($p < 0,001$), por lo que se decidió emplear pruebas no paramétricas para el análisis inferencial.

Tabla 2. Distribución de la carga de entrenamiento

Carga de entrenamiento	n	%
Baja	5	21,7
Moderada	11	47,8
Alta	7	30,4
Total	23	100,0

Fuente: propia

El 78,2 % de los soldados atletas presentó una carga moderada o alta, lo que evidencia una exposición física considerable.

. Tabla 3. Resultados de las pruebas clínicas de estabilidad de rodilla

Prueba clínica	Positiva n (%)	Negativa n (%)
<i>Pivot Shift</i>	3 (13,0)	20 (87,0)
Estrés en valgo	4 (17,4)	19 (82,6)
Cajón anterior	5 (21,7)	18 (78,3)
Cajón posterior	1 (4,3)	22 (95,7)

Fuente: propia

La prueba del cajón anterior fue la que presentó la mayor frecuencia de positividad, lo que sugiere un mayor compromiso clínico asociado a la estabilidad anterior de la rodilla.

Tabla 4. Relación entre carga de entrenamiento y estabilidad articular

Carga de entrenamiento	Rodilla estable n (%)	Rodilla inestable n (%)
Baja	5 (100,0)	0 (0,0)
Moderada	7 (63,6)	4 (36,4)
Alta	1 (14,3)	6 (85,7)
Total	13 (56,5)	10 (43,5)

Fuente: propia

El análisis evidenció una asociación estadísticamente significativa entre la carga de entrenamiento y la estabilidad articular de la rodilla ($\chi^2 = 9,15$; $p = 0,010$). Se observó que la proporción de inestabilidad aumentó progresivamente con el nivel de carga: 0,0 % en carga baja, 36,4 % en carga moderada y 85,7 % en carga alta.

Tabla 5. Correlación entre volumen semanal de entrenamiento y pruebas clínicas positivas

Variables analizadas	ρ de Spearman	p
Horas de entrenamiento semanal y número de pruebas positivas	0,656	0,001

Fuente: propia

La correlación de Spearman mostró una relación positiva moderada a alta entre las horas de entrenamiento semanales y el número de pruebas clínicas positivas. Este resultado indica que, a mayor volumen semanal de entrenamiento, mayor fue la frecuencia de signos clínicos de inestabilidad articular de rodilla.

Tabla 6. Estimación del riesgo de inestabilidad según carga alta de entrenamiento

Variable	OR	IC 95 %	p
Carga alta de entrenamiento	18,00	1,63–198,52	0,019

Fuente: propia

Los soldados atletas con alta carga de entrenamiento presentaron una probabilidad 18 veces mayor de inestabilidad articular de rodilla que aquellos con carga baja o moderada. No obstante, el intervalo de confianza fue amplio, por lo que debe interpretarse con cautela debido al tamaño muestral reducido.

En síntesis, los resultados permiten afirmar que la carga de entrenamiento mostró un efecto significativo en la estabilidad articular de la rodilla en los soldados atletas evaluados. El incremento de la carga se asoció con una mayor frecuencia de resultados positivos en las pruebas clínicas, especialmente en la prueba de cajón anterior, lo que sugiere una mayor vulnerabilidad de las estructuras responsables de la estabilidad anterior de la rodilla.

DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el efecto de la carga de entrenamiento sobre la estabilidad articular de la rodilla en soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería de El Paraíso, Honduras. Los resultados obtenidos evidenciaron una asociación estadísticamente significativa entre el nivel de carga de entrenamiento y la presencia de inestabilidad articular, lo que indica que los soldados sometidos a cargas elevadas presentaron una mayor frecuencia de resultados positivos en las pruebas clínicas ortopédicas y un incremento sustancial del riesgo de inestabilidad de rodilla. Estos hallazgos respaldan la hipótesis de que la exposición prolongada a elevadas demandas físicas puede comprometer la integridad funcional de la articulación, particularmente en poblaciones sometidas simultáneamente a entrenamiento militar y deportivo.

Uno de los principales hallazgos del estudio fue la asociación significativa entre la carga de entrenamiento y la estabilidad articular ($\chi^2 = 9,15$; $p = 0,010$), con una progresión de la inestabilidad a medida que aumentaba la carga. En particular, el 85,7 % de los participantes clasificados con alta carga de entrenamiento presentó algún grado de inestabilidad articular, mientras que ninguno de los sujetos con carga baja presentó alteraciones clínicas. Este resultado sugiere un efecto dosis-respuesta entre la exposición al entrenamiento y la salud articular de la rodilla, lo cual coincide con la literatura que describe la carga mecánica acumulada como uno de los principales factores de riesgo para las lesiones musculoesqueléticas y el deterioro funcional (Raya-González et al., 2018).

Los hallazgos del presente estudio son consistentes con los reportados por Rojas (2015), quien demostró que programas específicos de fortalecimiento neuromuscular, como el protocolo nórdico modificado, generan mejoras significativas en la estabilidad dinámica de la rodilla en futbolistas. Aunque el estudio de Rojas abordó una intervención específica y la presente investigación adoptó un enfoque observacional, ambos trabajos coinciden en señalar que la modulación de la carga de entrenamiento constituye un elemento clave para preservar la estabilidad articular y prevenir lesiones. Esto refuerza la necesidad de implementar programas preventivos y de monitoreo de la carga en poblaciones militares sometidas a exigencias físicas elevadas.

La correlación positiva moderada-alta observada entre las horas de entrenamiento semanales y el número de pruebas clínicas positivas ($\rho = 0,656$; $p = 0,001$) aporta evidencia adicional del efecto acumulativo del entrenamiento en la estabilidad de la rodilla. Este resultado

es coherente con lo reportado por Jadue Arriaza et al. (2025), quienes señalaron que el incremento de las fuerzas articulares durante ejercicios de fuerza puede modificar las respuestas musculoesqueléticas y aumentar el estrés biomecánico en la articulación. En el contexto militar, donde las actividades incluyen marchas con carga, ejercicios tácticos, carreras y entrenamiento de fuerza, dichas exigencias podrían aumentar el riesgo de alteraciones funcionales de la rodilla.

Asimismo, la elevada frecuencia de resultados positivos en la prueba del cajón anterior (21,7 %) sugiere un mayor compromiso de las estructuras asociadas al ligamento cruzado anterior (LCA). Este hallazgo adquiere relevancia clínica, ya que el LCA constituye uno de los principales estabilizadores de la rodilla y una de las estructuras más vulnerables a las cargas repetitivas y a los movimientos de desaceleración y de cambio de dirección (Chatrenet, 2013). La mayor afectación del LCA observada en este estudio coincide con lo descrito por el Boston Medical Center (2022), que identifica las lesiones ligamentarias como una de las afecciones más frecuentes en individuos físicamente activos.

La presencia de inestabilidad articular observada en el 43,5 % de los participantes también es consistente con estudios realizados en deportistas de disciplinas de alta exigencia física. Rodríguez Llor (2025) reportó una elevada prevalencia de lesiones de rodilla en atletas de halterofilia, mientras que Fahmi et al. (2024) documentaron características similares en levantadores de pesas de Indonesia. Aunque los contextos deportivos difieren del entorno militar, existe un denominador común: la exposición a cargas elevadas y repetitivas sobre la articulación de la rodilla. Estos antecedentes sugieren que los mecanismos biomecánicos asociados a la sobrecarga podrían ser comparables entre atletas civiles y militares.

Los resultados también encuentran respaldo en el trabajo de Calero (2023), quien identificó a la rodilla como una de las articulaciones más afectadas por lesiones musculoesqueléticas en deportistas. Del mismo modo, Canales-Zamora et al. (2020) y Moatshe et al. (2017) destacan que las lesiones ligamentarias y multiligamentarias representan un importante desafío clínico debido a su impacto funcional y a las posibles secuelas a largo plazo. En este sentido, la detección temprana de signos clínicos de inestabilidad, como la realizada mediante las pruebas de *pivot shift*, de estrés en valgo y de cajón anterior y posterior, constituye una estrategia relevante para la prevención secundaria de lesiones en poblaciones militares.

Otro aspecto relevante es el riesgo estimado de inestabilidad articular asociado a una alta carga de entrenamiento ($OR = 18,00$; $IC\ 95\ %: 1,63-198,52$; $p = 0,019$). Aunque el intervalo de confianza fue amplio, como cabría esperar en estudios con muestras reducidas, el hallazgo sugiere un efecto clínicamente significativo de la carga sobre la estabilidad de la rodilla. Este resultado tiene implicaciones prácticas para la planificación del entrenamiento militar, ya que evidencia la necesidad de establecer sistemas de monitoreo de la carga, la periodización y la recuperación orientados a minimizar el riesgo de lesiones.

Las consecuencias del exceso de carga no se limitan a la aparición de lesiones agudas, sino que pueden favorecer procesos degenerativos crónicos. Arnal (2022) destaca que la exposición prolongada a cargas mecánicas elevadas constituye un factor asociado al desarrollo de la artrosis de rodilla, especialmente cuando coexiste con factores como el sobrepeso o las alteraciones biomecánicas. Por tanto, la identificación temprana de signos de inestabilidad podría contribuir a prevenir la progresión hacia patologías degenerativas y preservar la capacidad operativa del personal militar a largo plazo.

Desde la perspectiva de la salud militar, los resultados del presente estudio adquieren especial relevancia, dado que el rendimiento físico constituye un componente esencial de la preparación operativa. Investigaciones recientes han resaltado la importancia del acondicionamiento físico y de las estrategias educativas para prevenir lesiones musculoesqueléticas en contextos militares

(Valladares Barrios & López Rodríguez, 2025). Asimismo, el fortalecimiento de competencias clínicas y de evaluación funcional en el ámbito militar favorece la implementación de intervenciones basadas en evidencia para la promoción de la salud y la prevención de lesiones (López Rodríguez & Valladares Barrios, 2025).

Entre las principales fortalezas del estudio, destaca el abordaje de una población escasamente investigada en América Latina y, en particular, en Honduras: los soldados atletas. Asimismo, el uso de pruebas clínicas ortopédicas ampliamente validadas y de análisis estadísticos adecuados para muestras pequeñas fortalecen la validez interna de los resultados. Adicionalmente, la investigación aporta evidencia preliminar sobre la relación entre la carga de entrenamiento y la estabilidad articular en un contexto militar real, lo que proporciona información útil para la toma de decisiones en medicina militar, fisioterapia y ciencias del deporte.

No obstante, el estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el diseño transversal impide establecer relaciones causales definitivas entre la carga de entrenamiento y la inestabilidad articular, por lo que solo permite identificar asociaciones. En segundo lugar, el tamaño muestral reducido y el muestreo no probabilístico limitan la generalización de los hallazgos a otras poblaciones militares. Además, la carga de entrenamiento se evaluó mediante indicadores indirectos y autorreportados, lo que podría introducir sesgos de información. Futuras investigaciones deberían incorporar mediciones objetivas de carga, como sistemas GPS, acelerometría o métricas basadas en la RPE por sesión, así como diseños longitudinales que permitan evaluar cambios temporales y establecer relaciones causales.

En conclusión, los hallazgos del presente estudio indican que la carga de entrenamiento ejerce un efecto significativo sobre la estabilidad articular de la rodilla en soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería de El Paraíso, Honduras. El incremento de la carga se asoció con una mayor frecuencia de inestabilidad clínica y un mayor riesgo de alteraciones ligamentarias. Estos resultados resaltan la importancia de implementar programas de monitoreo, prevención y dosificación del entrenamiento que contribuyan a optimizar el rendimiento físico y preservar la salud articular del personal militar.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que la carga de entrenamiento ejerce un efecto significativo sobre la estabilidad articular de la rodilla en soldados atletas del Noveno Batallón de Infantería de El Paraíso, Honduras. Se observó que los participantes expuestos a cargas moderadas y altas presentaron una mayor frecuencia de signos clínicos de inestabilidad articular, en particular en estructuras asociadas al ligamento cruzado anterior. Asimismo, la correlación positiva entre el volumen semanal de entrenamiento y el número de pruebas ortopédicas positivas confirma que el incremento de las exigencias físicas puede comprometer la integridad funcional de la rodilla.

La estimación del riesgo mostró que los soldados sometidos a cargas de entrenamiento elevadas presentaron una probabilidad significativamente mayor de desarrollar inestabilidad articular que aquellos sometidos a cargas bajas o moderadas ($OR = 18,00$; $IC\ 95\ %: 1,63-198,52$). Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar programas de monitoreo y dosificación de la carga física, así como estrategias preventivas basadas en el fortalecimiento neuromuscular y el control funcional, con el propósito de preservar la salud articular y optimizar el rendimiento operativo y deportivo del personal militar.

La presente investigación aporta evidencia científica novedosa en una población poco estudiada en el contexto latinoamericano y hondureño, lo que constituye en una base para futuras investigaciones longitudinales que incorporen mediciones objetivas de carga y muestras

de mayor tamaño. Los resultados obtenidos pueden contribuir al diseño de políticas institucionales para la prevención de lesiones y la promoción de la salud musculoesquelética en el ámbito militar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arnal. (2022). Artrosis de rodilla. *Cirugía ortopédica y traumatología deportiva*. <https://traumatologomadrid.es/artrosis-de-rodilla/>

Bandeira, J. P., Del Castillo, J., & Francescoli, L. (2022). Lesiones ligamentarias de rodilla asociadas a fracturas de diáfisis femoral: epidemiología y diagnóstico: revisión narrativa de la bibliografía. *Anales de la Facultad de Medicina*, 9(2), e301. <https://doi.org/10.25184/anfamed2022v9n2a2>

Boston Medical Center. (2022). *Lesiones comunes de rodilla*. <https://www.bmc.org/es/node/131516>

Brito Quiñonez, J. R., Bone Lajones, I. L., & Charchabal Pérez, D. (2025). Entrenamiento de fuerza como estrategia preventiva de lesiones en los isquiotibiales de futbolistas de alto rendimiento. *Arrancada*, 25(51), 208–222. <https://revistarrancada.cujae.edu.cu/index.php/arrancada/article/view/765>

Calero. (2023). *Prevalencia de las lesiones musculoesqueléticas y mecanismos de lesiones de la articulación de la rodilla en deportistas en el Instituto de Medicina del Deporte y Ortopedia (IMDO), periodo 2021–2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio UCSG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/21886/1/T-UCSG-PRE-MED-FIS-11.pdf>

Canales-Zamora, O. A., Benítez-Romero, A., Mejía-Rohenes, L. C., Mora-Ríos, F. G., González-Gijón, O. R., & Cueva del Castillo-Mendoza, J. F. (2020). Lesiones multiligamentarias de rodilla asociadas a ruptura de tendón rotuliano. *Acta Ortopédica Mexicana*, 34(6), 417–421. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022020000600417

Chatrenet, Y. (2013). Evaluación clínica y funcional de la rodilla. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 34(2), 1–18. [https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(13\)64658-7](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(13)64658-7)

Fahmi, A., Saputra, H., & Rahman, M. (2024). Characteristics of injury to weightlifting athletes in Indonesia. *Retos*, 59, 103480. <https://doi.org/10.47197/retos.v59.103480>

Jadue Arriaza, S., Ergas Schleef, D. I., Reyes Sanchez, Y. Y., Bustos Barahona, R. B., & Tauda Tauda, M. E. (2025). Análisis cuantitativo de fuerzas articulares y reacciones musculoesqueléticas en variantes de sentadilla: revisión sistemática. *Retos*, 74, 1012–1025. <https://doi.org/10.47197/retos.v72.116926>

López Rodríguez, D. J., & Valladares Barrios, L. F. (2025). Desarrollo de competencias clínicas en la educación de enfermería militar desde la formación universitaria en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. *Revista Científica Vanguardia Interdisciplinaria Educativa*, 1(1), 22-28. <https://revain.plusidsa.com/index.php/RVI/article/view/6>

Moatshe, G., Chahla, J., LaPrade, R. F., & Engebretsen, L. (2017). Diagnosis and treatment of multiligament knee injury: State of the art. *Journal of ISAKOS: Joint Disorders & Orthopaedic Sports Medicine*, 2(3), 152–161. <http://jisakos.bmj.com/content/early/2017/03/07/jisakos-2016-000072>

Morcillo-Valencia, R. J., Falcones Barbosa, E. del R., Calderón Palomino, C. O., & Abad Arroyo, A. (2024). Prevención de las lesiones deportivas en la educación física. *Arrancada*, 24(49), 290–294. <https://revistarrancada.cujae.edu.cu/index.php/arrancada/article/view/701>

Raya-González, J., Gómez Piqueras, P., & Sánchez-Sánchez, J. (2018). Aplicación de un programa de fuerza con carga excéntrica en la readaptación de una lesión de ligamento lateral interno de la rodilla: estudio de caso. *Retos*, 33, 157–161. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i33.55911>

Rodríguez Loor, J. R. (2025). Lesiones de rodilla en deportistas de halterofilia de 20 a 40 años en la Federación Deportiva de Manabí, 2024. *Revista Social Fronteriza*, 5(5), e863. [https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5\(5\)863](https://doi.org/10.59814/resofro.2025.5(5)863)

Rojas, L. R. (2015). *Efectividad del protocolo de entrenamiento nórdico modificado sobre la estabilidad dinámica de rodilla en futbolistas de La Equidad Fútbol Club: ensayo controlado aleatorizado (ECA)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/56889>

Valladares Barrios, L. F., & López Rodríguez, D. J. (2025). Estrategias educativas para la

prevención de lesiones musculoesqueléticas basadas en el acondicionamiento físico militar. *Revista Científica Vanguardia Interdisciplinaria Educativa*, 1(1), 15-21. <https://revain.plusidsa.com/index.php/RVI/article/view/4>

CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran que la presente investigación y su redacción no presentan ningún conflicto de interés;

es un artículo inédito y no ha sido aceptado para publicación en otra editorial.

En la elaboración del presente manuscrito se utilizaron herramientas de inteligencia artificial y asistencia lingüística, incluyendo Grammarly y Microsoft Copilot, exclusivamente para la corrección gramatical, la revisión ortográfica, la mejora del estilo de redacción y la optimización de la claridad del texto. Estas herramientas no fueron empleadas para la generación de datos, el diseño metodológico, el análisis estadístico, la interpretación de resultados ni la elaboración de las conclusiones científicas. Todo el contenido fue revisado críticamente y validado por los autores, quienes asumen la responsabilidad total por la precisión, integridad y originalidad del manuscrito, en cumplimiento de las directrices éticas y editoriales para el uso responsable de la inteligencia artificial en la investigación científica.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Luis Fernando Valladares Barrios: investigación y aplicación del experimento; estilo científico.

Doris Judith López Rodríguez: investigación; estilo científico; redacción y estilo científico.