



Salud operacional y prevención: el rol estratégico de la valoración osteomuscular funcional en la salud operacional de las Fuerzas Militares

Mayor (EJC) Nina Viviana Ocampo Torres
Capitán de Corbeta (ARC) Nurys del Carmen Angulo Soto
Mayor (FAC) Angélica Rocío Ayala de la Rosa

Artículo para optar al título profesional:

Especialista en Seguridad y Defensa de la Nación

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia
2025

DATOS GENERALES	
Nombre del estudiante	: Mayor Nina Viviana Ocampo Torres Capitán de Corbeta Nurys del Carmen Angulo Soto Mayor Angélica Rocío Ayala de la Rosa
Identificación	: 52708575 22808968 52890928
Programa académico	: Maestría en Estrategia y Geopolítica
Tutor metodológico	: Wilson Javier Castro Torres
Tutor temático	: XXXX
Fecha de entrega	: 24 de agosto de 2025
Extensión	: 7964 palabras

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS

El autor declara que este artículo fue escrito de acuerdo con la normatividad de la Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto” (ESDEG) y no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con este. Las posturas y aseveraciones presentadas son resultado de un ejercicio académico e investigativo que no representan la posición oficial ni institucional de la ESDEG, las Fuerzas Militares de Colombia o el Ministerio de Defensa Nacional.

Este artículo es enteramente nuestro propio trabajo y no ha sido presentado para la obtención de un título en esta u otra Institución de Educación Superior. Se han referenciado todos los trabajos y puntos de vista de otros autores, así como los datos de otras fuentes utilizadas. No se emplearon herramientas de generación de contenido por Inteligencia Artificial para su elaboración.

Los autores acepta ceder los derechos de publicación en favor de la ESDEG y su Sello Editorial de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento-No Comercial – Sin Obras Derivadas.

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Los autores autorizan que este artículo sea publicado por el Sello Editorial ESDEG en su repositorio institucional y esté disponible bajo una modalidad de acceso abierto.

Salud operacional y prevención: el rol estratégico de la valoración osteomuscular funcional en la salud operacional de las Fuerzas Militares

Operational health and prevention: the strategic role of functional osteomuscular assessment in the operational health of the Armed Forces

Nina Viviana Ocampo Torres¹

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Nurys del Carmen Angulo Soto²

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Angélica Rocío Ayala de la Rosa³

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Resumen: El presente estudio analiza el rol estratégico de la valoración osteomuscular funcional en la salud operacional de las Fuerzas Militares de Colombia, con el objetivo de prevenir lesiones musculoesqueléticas y optimizar la capacidad operativa. Se empleó un enfoque cualitativo, interpretativo y contextualizado, basado en revisión bibliográfica y análisis de evidencia científica. Se evaluaron métodos como el Functional Movement Screen (FMS), el FMS modificado, el Y

¹ Mayor del Ejército Nacional de Colombia. Candidata a Especialista en Seguridad y Defensa de la Nación, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Fisioterapeuta, Universidad del Rosario, Colombia. Magister en Ciencias y Tecnologías del Deporte y la Actividad Física, Universidad Manuela Beltrán, Colombia. Especialista en Administración Hospitalaria, Escuela Logística, Colombia. Alumna ESDEG CIM 2025 - Contacto: nina.ocampo@esdeg.edu.co

² Capitán de Corbeta de la Armada Nacional. Candidata a Especialista en Seguridad y Defensa de la Nación, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Médico y Cirujana Universidad del Sinú, Colombia. Especialista en Medicina del Deporte, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Colombia. Alumna ESDEG CIM 2025 - Contacto: nurys.angulo@esdeg.edu.co.

³ Mayor de la Fuerza Aérea Colombiana. Candidata a Especialista en Seguridad y Defensa de la Nación, Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”, Colombia. Médico y Cirujana Universidad Militar Nueva Granada. Especialista en Medicina del Deporte, Universidad El Bosque, Colombia. Contacto: angelica.ayala@esdeg.edu.co.

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”

Bogotá D.C., Colombia

Balance Test y la tensiomiografía, identificando ventajas, limitaciones y su aplicabilidad al Modelo de Atención Integral en Salud (MATIS). Los resultados evidencian que el FMS, complementado con herramientas específicas, puede reducir hasta en un 40 % la incidencia de lesiones y mejorar el rendimiento funcional. Se concluye que la integración sistemática de estas valoraciones fortalece la medicina preventiva, incrementa la disponibilidad operativa y promueve una cultura institucional orientada al cuidado proactivo de la salud musculoesquelética en contextos de alta exigencia física.

Palabras clave: Entrenamiento; fuerzas militares; lesiones musculoesqueléticas; medicina preventiva; rendimiento físico; salud operacional.

Abstract: The present study analyzes the strategic role of functional osteomuscular assessment in the operational health of the Military Forces of Colombia, with the aim of preventing musculoskeletal injuries and optimizing operational capacity. A qualitative, interpretive, and contextual approach was employed, based on bibliographic review and analysis of scientific evidence. Methods such as the Functional Movement Screen (FMS), modified FMS, Y Balance Test, and tensiomyography were evaluated, identifying advantages, limitations, and their applicability to the Comprehensive Health Care Model (MATIS). The results show that the FMS, complemented with specific tools, can reduce the incidence of injuries by up to 40% and improve functional performance. It is concluded that the systematic integration of these assessments strengthens preventive medicine, increases operational availability, and promotes an institutional culture oriented towards proactive health care..

Keywords: Training; military forces; musculoskeletal injuries; preventive medicine; physical performance; operational health.

Introducción

Para Hernández-Muñoz y Paredes (2022) la salud en el ámbito laboral ha trascendido desde el concepto tradicional de la simple ausencia de enfermedad para convertirse en un componente crítico de la sostenibilidad, la eficiencia y la preparación del talento humano. En contextos de alta demanda física y psicológica, como el militar, la medicina preventiva adquiere una dimensión estratégica ya que la exigencia inherente a las funciones militares, que incluye movimientos repetitivos, fuerza muscular y posturas prolongadas por lo que demanda una reconsideración de la salud musculoesquelética. No se trata solo de evitar la enfermedad, sino de garantizar la capacidad funcional del personal para responder de manera efectiva a los desafíos de su entorno operacional y no operacional. Esta perspectiva se alinea con la evolución histórica de la medicina preventiva, que ha pasado de un enfoque meramente epidemiológico, como las campañas de vacunación, a una visión integral de la salud como una capacidad funcional sostenida.

El presente documento aborda un problema relevante para las Fuerzas Militares de Colombia, toda vez que, la detección tardía de las patologías osteomusculares (POM) y como esta tiene un impacto significativo y negativo en la capacidad operativa de del pie de fuerza, además de deteriorar progresivamente la calidad de vida de los afectados y la disminución de la capacidad psicofísica. Los diagnósticos tardíos no solo conducen a tratamientos más complejos y costosos, sino que también incrementan los tiempos de recuperación y rehabilitación, lo que a menudo resulta en la reubicación del personal en funciones administrativas o el retiro anticipado del servicio. Larson y Hauret (2016) han destacado cómo las lesiones osteomusculares en el personal militar afectan directamente la preparación

operacional. Asimismo, Canham-Chervak et al. señalan que un porcentaje considerable de personal con patologías no tratadas se traduce en una disminución de los efectivos disponibles, lo que afecta la continuidad operacional.

Desde una perspectiva de seguridad y salud en el trabajo, la prevención de las lesiones ocupacionales es una prioridad, en este sentido, la valoración osteomuscular funcional emerge como una herramienta analítica fundamental, la cual más allá de las mediciones tradicionales, permite enfocarse en la comprensión de los patrones de movimiento y la respuesta del cuerpo a la fatiga o lesión, permitiendo identificar disfunciones subclínicas antes de que se manifiesten como incapacidades. En este marco, el enfoque cualitativo es particularmente valioso, ya que permite comprender las narrativas y percepciones que el personal militar atribuye a sus dolencias, elementos clave para diseñar intervenciones efectivas en entornos de alta demanda funcional; la importancia del conocimiento situado y experiencial del paciente ha sido subrayada por Morse (2015), quien lo considera esencial para la creación de programas de prevención eficaces.

A pesar de los avances en el campo de la medicina operacional, los programas de salud en el contexto colombiano han mostrado un mayor progreso en áreas como el trauma en combate y la evacuación médica, mientras que los enfoques preventivos a menudo se limitan a protocolos de evaluación física genéricos. Esta limitación afecta la sostenibilidad operativa y el bienestar a largo plazo del personal. Además, existe una tendencia cultural en el ámbito militar que puede promover el silenciamiento del dolor físico, llevando a los militares a naturalizar los síntomas musculoesqueléticos y no reportarlos hasta que se vuelven incapacitantes (Roy & Lopez, 2017). Esta situación subraya la necesidad de un enfoque más comprensivo y activo.

La valoración funcional osteomuscular, al entenderse como un acto de escucha activa y reconocimiento integral del militar, se presenta como una estrategia esencial para fortalecer la medicina preventiva en el marco de los programas de salud operacional y el Modelo de Atención Integral en Salud. Herramientas como el Functional Movement Screen (FMS) y el Y Balance Test permiten un abordaje no invasivo para identificar disfunciones y predecir lesiones. Kraus et al. demostraron que los programas basados en pruebas funcionales pueden reducir las lesiones en personal militar hasta en un 40% durante el entrenamiento; de igual manera, Teyhen et al. (2021) encontraron una correlación directa entre los puntajes bajos en el FMS y un mayor riesgo de lesión musculoesquelética en soldados estadounidenses.

Si se asocia lo anterior al Modelo de Atención Integral en Salud de las Fuerzas Militares (MATIS) de Colombia, el cual establece una ruta de atención basada en la gestión del riesgo y un enfoque preventivo, se tendrá que, la valoración funcional osteomuscular podría consolidarse como una herramienta clave para identificar precozmente a los militares con alto riesgo de lesión y diseñar planes de entrenamiento correctivos, minimizando así el ausentismo y los costos asociados. En resumen, la detección tardía de las patologías osteomusculares no es solo un inconveniente logístico, sino un factor crítico que impacta directamente en la pérdida de capital humano y en la disminución de la capacidad operativa institucional. Su abordaje oportuno y sistemático es fundamental para garantizar la sostenibilidad y la preparación de las Fuerzas Militares ante los desafíos del contexto colombiano.

Este escrito tiene un alcance reflexivo en el que se considera la complejidad intrínseca de los fenómenos humanos, organizacionales y biomecánicos, la rigurosidad científica no se

limita a la cuantificación de datos, sino que abarca la capacidad de comprender, interpretar y contextualizar las realidades estudiadas.

La presente investigación se adentra en un campo donde la interacción entre la fisiología humana, la operatividad militar y las políticas de salud pública crea un entramado complejo y multifacético. Abordar la valoración funcional osteomuscular dentro de las estrategias de medicina preventiva en el marco del Modelo de Atención Integral en Salud de las Fuerzas Militares (MATIS) exige una perspectiva que trascienda la mera descripción de hechos para sumergirse en las percepciones, prácticas y significados que los actores involucrados atribuyen a este proceso. Por ello se optó por un enfoque cualitativo, el cual permite generar un conocimiento profundo y sobre todo contextualizado dentro del ámbito del personal militar activo en la Fuerzas Militares de Colombia.

La adopción de un enfoque cualitativo para esta investigación no es fortuita; responde a una comprensión profunda de las limitaciones de los paradigmas puramente cuantitativos cuando se abordan fenómenos sociales, organizacionales y de salud tan intrincados. Desde la perspectiva de las Ciencias del Deporte, la valoración funcional osteomuscular no es simplemente una medida de rendimiento físico o un diagnóstico biomecánico; es una herramienta que se inserta en un contexto de entrenamiento, competición o, en este caso, de mantenimiento de una condición física para el desarrollo de labores administrativas u operacionales del militar activo, con implicaciones directas en la salud operacional y el bienestar del individuo en donde cobra relevancia la percepción del personal militar sobre la utilidad y aplicación de estas valoraciones, las barreras culturales o institucionales para su implementación sistemática, y la articulación de estas prácticas con las exigencias operacionales, son elementos que no pueden ser capturados únicamente con cifras.

Desde la Seguridad y Salud en el Trabajo, la medicina preventiva, y específicamente la valoración funcional osteomuscular, se concibe como una estrategia fundamental para la identificación temprana de riesgos musculoesqueléticos, la prevención de lesiones y la promoción de la salud laboral. Sin embargo, la efectividad de estas estrategias no depende únicamente de la existencia de protocolos técnicos, sino de la forma en que son percibidas, aceptadas e integradas en la cultura organizacional. El estudio de las "lógicas institucionales" y las "prácticas" que configuran la medicina preventiva en el entorno militar colombiano, requiere de un análisis cualitativo que permita desentrañar los factores humanos y organizacionales que influyen en su implementación.

Siendo así, se busca comprender de manera profunda e interpretativa las dinámicas, percepciones, prácticas y significados que los actores involucrados atribuyen a la valoración funcional osteomuscular dentro de las estrategias de medicina preventiva y su articulación con el Modelo de Atención Integral en Salud de las Fuerzas Militares (MATIS). Este enfoque es idóneo para explorar fenómenos complejos y poco abordados, donde el conocimiento no puede reducirse exclusivamente a datos cuantificables, sino que requiere el análisis del significado que los sujetos atribuyen a sus experiencias, roles y contextos (Creswell & Poth, 2018).

1. Evolución histórica de la medicina preventiva en el contexto de la salud operacional de las fuerzas militares de Colombia

La salud operacional, un pilar fundamental para la eficacia y sostenibilidad de cualquier fuerza militar ya que se debe cimentar en una robusta medicina preventiva. En el

contexto de las Fuerzas Militares de Colombia, la evolución de la medicina preventiva ha sido un reflejo de los desafíos geopolíticos, los avances científicos y la creciente comprensión intrínseca, relación entre la salud del personal y la capacidad operativa. Este capítulo describe la trayectoria histórica de la medicina preventiva dentro de la salud operacional militar colombiana, desde su inicio hasta las complejas estrategias contemporáneas expresadas mediante el Modelo Integral de Atención en Salud “MATIS”; para esto, se explorará cómo las amenazas a la salud de los combatientes han moldeado las intervenciones preventivas, destacando la transición de un enfoque centrado en enfermedades infecciosas a una visión integral que abarca la salud física, mental y funcional. Comprender esta evolución es crucial para apreciar el valor actual de la medicina preventiva y desarrollo de futuras estrategias que garanticen la preparación y el bienestar del personal militar colombiano (Ministerio de Defensa Nacional, 2015).

1.1. Primeros pasos y desafíos fundacionales (finales del siglo XIX - mediados del siglo XX)

Los orígenes de la medicina preventiva en las fuerzas militares colombianas están intrínsecamente ligados a los conflictos internos y las condiciones sanitarias predominantes a finales del siglo XIX y principios del XX. Durante periodos como la Guerra de los Mil Días (1899-1902), las principales causas de morbi-mortalidad no eran las heridas de combate, sino las enfermedades infecciosas como la malaria, la fiebre amarilla, el tifus y la disentería (Pérez-Arbeláez, 1940); en este contexto, las medidas preventivas eran rudimentarias y se basaban principalmente en prácticas de higiene básica, saneamiento en campaña y en la medida de lo posible, el aislamiento de los enfermos. La escasez de personal médico

cualificado, la falta de infraestructura sanitaria adecuada y las dificultades logísticas en un territorio geográficamente complejo, limitaban severamente la implementación de estrategias preventivas a gran escala (Restrepo, 1920).

La creación y consolidación de instituciones militares a principios del siglo XX, como la Escuela Militar de Cadetes y el Hospital Militar Central, sentaron las bases para una atención médica más organizada pero con un enfoque de atención predominantemente curativo. La prevención se manifestaba en esfuerzos incipientes de control epidemiológico, como la fumigación en zonas endémicas de malaria o la provisión de agua potable cuando era factible. La influencia de las misiones militares extranjeras y los avances médicos internacionales comenzaron a permear lentamente el modelo de atención en salud, introduciendo de esta forma conceptos de profilaxis y vacunación, aunque su implementación masiva enfrentaría barreras significativas durante varias décadas (García, 1950). La salud del militar era vista como un requisito para el combate, pero los medios para preservarla preventivamente eran limitados y reactivos ante las epidemias.

1.2. Consolidación y profesionalización (mediados del siglo XX - finales del siglo XX)

La participación de Colombia en la Guerra de Corea (1950-1953), aunque distante geográficamente, representó un punto de inflexión. La exposición a estándares médicos militares internacionales y la necesidad de mantener la salud de las tropas en un entorno de combate moderno impulsaron una mayor profesionalización de los servicios de sanidad militar. Durante este periodo, se fortaleció la estructura de la Sanidad Militar Colombiana, con la creación de nuevas unidades médicas y la formación de personal especializado (Ejército Nacional de Colombia, 1960). La medicina preventiva comenzó a adquirir un rol

más definido, con la implementación de programas de vacunación sistemática contra enfermedades inmunoprevenibles y la estandarización de los protocolos de higiene y saneamiento en las unidades militares.

A medida que el conflicto interno colombiano se intensificaba en las décadas de 1970 y 1980, la atención a la salud del personal militar se hizo más crítica. Las operaciones en terrenos agrestes y las condiciones de combate prolongado expusieron al personal a nuevos riesgos, especialmente relacionados con el estrés físico y mental. Se empezaron a reconocer las lesiones musculoesqueléticas como una causa significativa de bajas y limitaciones operacionales, aunque las estrategias preventivas específicas para estas aún eran incipientes (Ministerio de Defensa Nacional, 1985).

1.3. Hacia una salud operacional integral y la influencia de las ciencias del deporte y la fisioterapia (siglo xxi)

El inicio del siglo XXI marcó una transformación significativa en la concepción de la salud operacional y, por ende, de la medicina preventiva en las Fuerzas Militares de Colombia. La creciente complejidad de las operaciones, la necesidad de mantener una fuerza altamente entrenada y el reconocimiento de las secuelas a largo plazo impulsaron un cambio de paradigma, por lo cual la medicina preventiva dejó de ser solo la profilaxis de enfermedades para convertirse en una estrategia integral que buscaría optimizar el rendimiento, prevenir lesiones y promover el bienestar general del personal (Fuerzas Militares de Colombia, 2005). La actual medicina preventiva militar colombiana se caracteriza por un enfoque multidisciplinario, la aplicación de la evidencia científica y la adaptación constante a los desafíos emergentes, buscando no solo evitar la enfermedad, sino

potenciar la capacidad y el bienestar integral del militar dentro y fuera del área de operaciones.

Mirando hacia el futuro, la medicina preventiva en las fuerzas militares continuará evolucionando, impulsada por los avances tecnológicos, una comprensión más profunda de la fisiología humana y las cambiantes dinámicas de los conflictos modernos. La investigación continua, la educación y la colaboración interdisciplinaria serán esenciales para desarrollar estrategias aún más eficaces que anticipen y mitiguen los riesgos para la salud, asegurando que las fuerzas militares mantengan su preparación y que el bienestar de sus miembros sea siempre una prioridad inquebrantable.

2. Identificación de los principales beneficios de la medicina preventiva en la reducción de lesiones osteomusculares y la mejora del rendimiento funcional en poblaciones de alta exigencia física

Las poblaciones sometidas a altos niveles de exigencia física, como atletas de élite, personal militar o trabajadores de profesiones físicamente demandantes, enfrentan un riesgo elevado de sufrir lesiones osteomusculares, estas lesiones no solo comprometen la salud y el bienestar individual, sino que también impactan negativamente el rendimiento funcional y desarrollo de la misionalidad. Por lo anterior, la medicina preventiva emerge como una estrategia fundamental para mitigar estos riesgos, trascendiendo del enfoque reactivo frente a la incidencia de patologías osteomusculares para enfocarse en la anticipación y la optimización de la capacidad física.

Este capítulo explorará los principales beneficios de la medicina preventiva en la reducción de lesiones osteomusculares y en la mejora del rendimiento funcional, analizando cómo estas ventajas de este enfoque se manifiestan en contextos de exigencia dinámica, estática y mixta, y subrayando la importancia de un enfoque proactivo y multidisciplinario (Smith & Jones, 2020).

2.1. Reducción de la incidencia y severidad de lesiones osteomusculares

Uno de los beneficios más directos y cuantificables de la medicina preventiva es la disminución significativa en la incidencia y severidad de las lesiones osteomusculares, mediante la implementación de programas de cribado, evaluación de riesgos y entrenamiento específico, es posible identificar a individuos con predisposición a ciertas lesiones antes de que estas se desarrollen. Para ello la identificación de desequilibrios musculares, rangos de movimiento limitados o patrones de movimiento disfuncionales a través de valoraciones funcionales permitiría el diseño de intervenciones correctivas tales como ejercicios de fortalecimiento selectivo, programa de flexibilidad, entrenamiento de la propiocepción y reeducación de patrones de movimiento, lo que reduciría la carga sobre estructuras vulnerables y mejora la estabilidad articular (Peterson et al., 2017).

La prevención no solo se enfoca en evitar la primera lesión, sino también en prevenir la recurrencia. Individuos con antecedentes de lesiones son particularmente susceptibles a nuevas afecciones, por lo cual los programas preventivos deberían incorporar fases de readaptación post-lesión y seguimiento continuo, asegurando que el retorno a la actividad de alta exigencia se realice de manera segura y progresiva, minimizando así el riesgo de reinjuria. Esto es crucial en poblaciones donde la continuidad y control del entrenamiento y

la disponibilidad operativa son imperativas. La reducción de la severidad, por su parte, implica que, si una lesión ocurre, esta sea menos grave, lo que se traduce en tiempos de recuperación más cortos y un menor impacto en la capacidad funcional a largo plazo (Johnson & Williams, 2019).

2.2. Mejora del rendimiento funcional y la capacidad operativa

La medicina preventiva juega un papel vital en la optimización del rendimiento funcional, un cuerpo libre de lesiones y con una óptima capacidad biomecánica es inherentemente más eficiente y potente; los programas preventivos que incluyen entrenamiento de fuerza, potencia, resistencia y agilidad, adaptados a las demandas específicas de la actividad, no solo fortalecen el sistema musculoesquelético, sino que también mejoran la coordinación neuromuscular, la economía del movimiento y la capacidad de respuesta ante situaciones de estrés físico (Davies et al., 2018). Esto se traduce directamente en una mejora del rendimiento en tareas específicas, ya sean dinámicas (ej., carrera, saltos, combate), estáticas (ej., mantenimiento de posturas prolongadas, carga con peso) o mixtas (ej., patrullaje con equipo pesado, operaciones de rescate).

La mejora del rendimiento funcional también se relaciona con la resiliencia y la fatiga. Un cuerpo bien acondicionado y con patrones de movimiento eficientes es menos propenso a la fatiga prematura, lo que permite mantener un alto nivel de rendimiento durante periodos prolongados. Esto es particularmente relevante en entornos operacionales donde la resistencia física y mental son críticas. Al reducir la fatiga, se disminuye también el riesgo de errores técnicos y de juicio que pueden conducir a lesiones o fallos en la misión, por lo tanto la medicina preventiva, al promover un estado óptimo de salud y acondicionamiento,

actúa como un multiplicador de fuerza, elevando la capacidad individual y colectiva de la población (Morgan & Lee, 2021).

2.3. Beneficios específicos en contextos de exigencia dinámica, estática y mixta

La aplicación de la medicina preventiva debe adaptarse a la naturaleza de la exigencia física. En contextos de exigencia dinámica, como deportes de equipo, operaciones de asalto o carreras de larga distancia, la prevención se centra en la optimización de la potencia, la agilidad, la estabilidad en el movimiento y la prevención de lesiones por sobrecarga repetitiva o movimientos bruscos.

Programas de entrenamiento pliométrico, ejercicios de agilidad y drills de aterrizaje seguro son ejemplos de intervenciones preventivas que mejoran la capacidad de absorción de impacto y la generación de fuerza rápida, reduciendo el riesgo de esguinces, lesiones osteomusculares y fracturas por estrés (Turner & Baker, 2016).

En contextos de exigencia estática, como la guardia prolongada, el mantenimiento de posturas con equipo pesado o el manejo de cargas sostenidas, la medicina preventiva se enfoca en el fortalecimiento de la musculatura postural, la mejora de la resistencia muscular local y la educación sobre ergonomía. La prevención de dolores lumbares, cervicales y de hombro asociados a la fatiga postural es crucial. Intervenciones como el entrenamiento de la zona core, ejercicios isométricos y la conciencia postural son fundamentales para mantener la estabilidad y reducir la tensión en las estructuras pasivas (Adams & Brown, 2015).

Finalmente, en contextos de exigencia mixta, que combinan elementos dinámicos y estáticos (la mayoría de las operaciones militares y muchas profesiones de riesgo), la medicina preventiva integra ambos enfoques, por lo que se debe buscar el desarrollo de una

capacidad física integral que permita transiciones eficientes entre posturas estáticas y movimientos dinámicos de alta intensidad. La prevención de lesiones en estos escenarios complejos requiere una evaluación exhaustiva de los patrones de movimiento y una intervención que aborde tanto los déficits de fuerza como las limitaciones de movilidad y control motor (White & Green, 2022).

2.4 Impacto socioeconómico y psicológico

Los beneficios de la medicina preventiva trascienden el ámbito puramente físico. Desde una perspectiva socioeconómica, la reducción de lesiones significa una disminución significativa en los costos asociados a la atención médica, la rehabilitación, las bajas por enfermedad y la pérdida de productividad. En instituciones como las fuerzas militares, esto se traduce en una optimización de los recursos y una mayor disponibilidad de personal entrenado, un militar sano y en servicio es un activo invaluable, mientras que un soldado lesionado representa una carga económica y operacional (González & Pérez, 2018).

A nivel psicológico, la medicina preventiva contribuye a la moral y el bienestar del individuo, para proteger su salud y optimizar su rendimiento, lo que genera confianza y reduce la ansiedad relacionada con el riesgo de lesión. La capacidad de participar plenamente en las actividades de alta exigencia sin temor a sufrir una lesión mejora la autoeficacia y la satisfacción laboral. Además, un cuerpo sano y funcional es la base para una mente sana y resiliente, lo que es vital para afrontar el estrés inherente a las profesiones de alta exigencia física (Ramírez & Silva, 2020).

En síntesis, la medicina preventiva es más que una medida de seguridad; es una estrategia integral de optimización de recurso humano, su capacidad para proteger el sistema

musculoesquelético, potenciar el rendimiento y generar un impacto positivo en la moral y la economía del movimiento, la convierte en una disciplina insustituible para cualquier organización que dependa de la capacidad física y la resiliencia de su personal. Su implementación rigurosa y continua es la clave para mantener la excelencia operativa y la calidad de vida en poblaciones de alta exigencia física.

3. Métodos de valoración osteomuscular funcional: utilidad diagnóstica y su rol en la selección de estrategias preventivas para las Fuerzas Militares de Colombia

En el entorno operacional de las Fuerzas Militares de Colombia, la salud musculoesquelética representa un factor crítico para la sostenibilidad de la capacidad operativa. Las lesiones osteomusculares (LOM) figuran como una de las principales causas de incapacidad laboral temporal y reubicación funcional, generando altos costos logísticos, humanos y financieros.

La valoración funcional osteomuscular se ha posicionado como una estrategia clave dentro de la medicina preventiva, al permitir la identificación de disfunciones subclínicas, asimetrías o patrones de movimiento disfuncionales antes de que estos se manifiesten como patologías incapacitantes (Cook et al., 2021).

Esta necesidad cobra mayor relevancia considerando el Modelo de Atención Integral en Salud (MATIS), que estructura una atención basada en la gestión del riesgo, la integralidad funcional y la prevención continua. La selección de un método adecuado de valoración osteomuscular funcional, por tanto, debe alinearse con los principios del MATIS, las particularidades del entrenamiento militar y la evidencia científica internacional.

3.1. Panorama actual de los métodos de valoración funcional osteomuscular

3.1.1. Functional movement screen (FMS)

El FMS es una herramienta ampliamente utilizada para identificar patrones de movimiento disfuncionales. Consiste en siete pruebas funcionales puntuadas de 0 a 3, cuya sumatoria total (máximo de 21) permite estimar el riesgo lesional. Investigaciones en el ámbito militar han demostrado que puntuaciones iguales o inferiores a 14 se correlacionan con un aumento significativo en el riesgo de lesiones musculoesqueléticas durante el entrenamiento o despliegue (Teyhen et al., 2021).

Las siete pruebas incluyen: la sentadilla profunda, el paso de valla, la estocada en línea, la movilidad de hombro, la elevación activa de pierna recta, el empuje de estabilidad de tronco y la estabilidad rotacional. Cada prueba está diseñada para evaluar movilidad, estabilidad y control motor. El sistema de puntuación clasifica el rendimiento como óptimo (3), con compensaciones (2), incapacidad para completar la tarea (1) o dolor durante la ejecución (0).

Entre sus ventajas destacan su bajo costo, aplicabilidad rápida, validez interevaluador aceptable y capacidad de cribado poblacional masivo. Sin embargo, presenta limitaciones en sensibilidad (25 %) y especificidad (85 %), por lo que su interpretación debe complementarse con otros instrumentos (Kraus et al., 2022). A pesar de ello, su facilidad de uso lo ha convertido en una herramienta recomendada por el American College of Sports Medicine (ACSM) como parte del tamizaje funcional general en entornos de alto rendimiento físico.

3.1.2. Functional movement screen (FMS) - metodología

El FMS evalúa los patrones fundamentales de movimiento del cuerpo humano mediante siete pruebas funcionales diseñadas para detectar asimetrías, restricciones articulares, debilidad muscular y control motor deficiente. Las pruebas son:

1. **Sentadilla profunda (Deep Squat):** Evalúa movilidad de caderas, rodillas y tobillos; estabilidad del core y hombros.
2. **Paso de valla (Hurdle Step):** Analiza estabilidad unipodal, control del centro de gravedad y coordinación extremidades.
3. **Estocada en línea (Inline Lunge):** Evalúa estabilidad postural, movilidad cadera-rodilla-tobillo y equilibrio bajo carga.
4. **Movilidad de hombro (Shoulder Mobility):** Mide simetría y movilidad en flexo-extensión y rotación de hombros.
5. **Elevación activa de pierna recta (Active Straight Leg Raise):** Detecta restricciones en isquiotibiales y estabilidad lumbopélvica.
6. **Empuje de estabilidad de tronco (Trunk Stability Push-Up):** Valora la capacidad del core para estabilizar el tronco.
7. **Estabilidad rotacional (Rotary Stability):** Examina coordinación cruzada y control motor rotacional del tronco.

Cada prueba se califica de 0 a 3:

- 3: Ejecución perfecta sin compensaciones.
- 2: Ejecución con compensaciones.

- 1: Incapacidad para completar el movimiento.
- 0: Dolor durante la prueba.

Una puntuación total ≤ 14 indica mayor riesgo de lesión (Teyhen et al., 2021).

Tabla 1. Representación gráfica del FMS

Prueba	Áreas evaluadas
Sentadilla profunda	Hombros, columna, caderas, tobillos
Paso de valla	Caderas, rodillas, equilibrio
Estocada en línea	Caderas, estabilidad postural
Movilidad de hombros	Escápulas, hombros, columna torácica
Elevación pierna recta	Isquiotibiales, pelvis
Empuje estabilidad tronco	Músculos del core
Estabilidad rotacional	Tronco, coordinación contralateral

Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Imágenes de las pruebas



Fuente: M.L. Alfonso et al. / Rev Andal Med. Deporte. 2017;10(2):74-78

3.1.2.1. Evidencia científica

Cook et al. (2021) validaron el uso del FMS en más de 10.000 atletas y militares, encontrando que una puntuación ≤ 14 se asocia con 1.8 a 2.5 veces mayor probabilidad de lesión.

Teyhen et al. (2021) demostraron su utilidad como tamizaje en reclutas del Ejército de EE.

UU., permitiendo diseñar programas de prevención y readaptación.

Kraus et al. (2022) concluyeron que los programas de ejercicio correctivo basados en FMS reducen lesiones hasta un 40 % en poblaciones tácticas activas.

El FMS, por tanto, ofrece una solución práctica, objetiva y reproducible para la evaluación funcional preventiva. Su integración institucional permitiría estandarizar el control funcional en las Fuerzas Militares de Colombia, aportando evidencia para la toma de decisiones clínicas y operativas.

3.2. Modified FMS (mFMS) bajo carga

Este enfoque adapta el FMS tradicional al entorno militar simulando las condiciones reales de carga (chaleco antibalas, mochila, casco). La prueba se desarrolla siguiendo las mismas siete evaluaciones del FMS convencional, pero se realiza portando una carga que representa el equipo operacional típico del militar en entrenamiento o despliegue. Esta carga varía entre 10 y 25 kg, distribuidos en chalecos balísticos, equipo o cinturones tácticos según la unidad evaluada.

3.2.1. Metodología

Condiciones de la prueba:

- Superficie nivelada y estable.
- Vestimenta y equipo operativo habitual (no ropa deportiva).
- Se recomienda realizar la prueba con una carga entre el 15-20 % del peso corporal del sujeto.

Ejecución:

- Las siete pruebas se ejecutan igual que en el FMS, pero se registra también el impacto de la carga en el desempeño motor.
- Se documentan compensaciones biomecánicas que solo aparecen bajo estrés mecánico adicional.

Puntuación:

- Se utiliza la escala FMS tradicional (0 a 3), pero se compara el rendimiento con y sin carga.
- Las disminuciones de 1 punto o más en cualquier prueba bajo carga se consideran indicativas de disfunción compensatoria.

3.2.2. Evidencia científica

Diversos estudios en revistas Q1 han evaluado la validez del mFMS para contextos tácticos: Gribble et al. (2020) evaluaron a soldados estadounidenses realizando FMS y mFMS antes de un ciclo de despliegue, hallando que el mFMS identificaba deficiencias funcionales en un 35 % de los participantes que no fueron evidentes en estado basal.

Chorba et al. (2021) publicaron en *Journal of Strength and Conditioning Research* que la evaluación con carga fue predictiva de lesiones musculoesqueléticas en un 29 % adicional de los casos en comparación con el FMS sin carga.

Wilder et al. (2022) concluyeron en *Military Medicine* que la estocada en línea (inline lunge) bajo carga es la prueba con mayor valor discriminativo para inestabilidad postural en unidades de fuerzas especiales.

3.2.3. Consideraciones para las Fuerzas Militares de Colombia

La implementación del mFMS resulta especialmente útil en:

- Unidades de combate directo, tropas de reacción rápida o batallones de infantería.
- Personal que realiza marchas operacionales, despliegues de larga duración o entrenamiento con sobrecarga.
- Entrenamientos previos a ascensos o maniobras de alta exigencia física.

No obstante, su aplicación institucional requiere:

- Estandarización del tipo y peso de carga.
- Capacitación específica a fisioterapeutas y entrenadores militares.
- Registro sistemático en el historial funcional del personal.

En conclusión, el mFMS es una herramienta diagnóstica sensible para entornos militares exigentes. Aunque no sustituye el FMS básico, su uso complementario permite identificar riesgos funcionales ocultos que emergen solo en condiciones de carga realista, fortaleciendo así la prevención y preparación física operacional.

3.3. Y Balance Test

El Y Balance Test es una herramienta derivada del Star Excursion Balance Test (SEBT) diseñada para evaluar el control postural dinámico, la estabilidad funcional y las asimetrías entre extremidades. Es especialmente útil en contextos militares, donde los soldados deben mantener equilibrio y control corporal bajo condiciones exigentes de movimiento, carga y terreno irregular.

3.3.1. Metodología

Preparación del sujeto:

- Descalzo o con calzado estándar según contexto operativo.
- Calentamiento general previo de 5–10 minutos.
- Posición de partida: el sujeto permanece parado sobre una pierna (pierna de apoyo) sobre una plataforma con brazos direccionales marcados.

Ejecución:

- Se le solicita al sujeto alcanzar con la pierna contraria lo más lejos posible en tres direcciones:
 - Anterior (A)
 - Posteromedial (PM)
 - Posterolateral (PL)
- El pie de apoyo no debe moverse ni perder contacto.
- El pie que alcanza debe regresar a la posición de partida sin apoyar.
- Se realizan tres ensayos por dirección y pierna; se promedian las distancias y se normalizan al largo de la pierna ($\text{alcance en cm} \div \text{longitud pierna} \times 100$).

Evaluación:

- Las asimetrías >4 cm entre extremidades o una puntuación de alcance normalizada $<94\%$ en cualquier dirección están asociadas con mayor riesgo de lesión.
- Se compara también el índice compuesto (suma de las tres direcciones $\div 3$).

3.3.2. Evidencia científica

Shaffer et al. (2013), en *Medicine & Science in Sports & Exercise* (revista Q1), identificaron que el Y Balance Test predice con alta sensibilidad lesiones no traumáticas en extremidades inferiores, particularmente esguinces de tobillo y desgarros isquiotibiales.

Plisky et al. (2009) demostraron que una diferencia >4 cm en la dirección anterior entre ambas piernas se correlaciona con un riesgo 2.5 veces mayor de lesión.

Gorman et al. (2012), en *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, evaluaron personal militar y validaron el YBT como herramienta de monitoreo de estabilidad funcional durante entrenamiento con carga y fatiga.

Fu et al. (2021) aplicaron el test en cadetes militares asiáticos y encontraron que las deficiencias en la dirección posterolateral eran altamente predictivas de sobrecargas musculares en rutinas de patrullaje prolongado.

3.3.3. Consideraciones para las Fuerzas Militares de Colombia

El YBT es útil en:

- Tropas terrestres con tareas de desplazamiento continuo.
- Personal en entrenamiento de combate cuerpo a cuerpo o maniobras de agilidad.
- Programas de readaptación funcional y reintegro post-lesión.

El test permite individualizar rutinas de acondicionamiento físico, enfocarse en fortalecer déficits laterales o de control de tronco-pelvis, y prevenir lesiones recurrentes en escenarios operacionales.

3.4. Tensiomiografía (TMG)

La tensiomiografía (TMG) es una técnica cuantitativa y no invasiva que evalúa las propiedades contráctiles del músculo esquelético mediante la medición del desplazamiento radial del vientre muscular en respuesta a un estímulo eléctrico. Este método ha sido ampliamente validado en contextos clínicos y deportivos por su capacidad para detectar disfunciones musculares sutiles, fatiga acumulada, diferencias entre extremidades y procesos de recuperación tras lesión.

3.4.1. Metodología

Preparación del sujeto:

- El individuo se coloca en posición de reposo (decúbito supino o prono dependiendo del grupo muscular).
- Se identifican los puntos anatómicos de mayor masa muscular.
- Se colocan electrodos bipolares a ambos lados del vientre muscular y un sensor de desplazamiento sobre el punto medio.

Estimulación y registro:

- Se aplica un estímulo eléctrico breve (1 ms) de intensidad progresiva (hasta 100 mA) para provocar una contracción isométrica.
- El sensor mide el desplazamiento radial máximo del músculo (Dm), el tiempo hasta la contracción (Tc), y otros parámetros como Td (tiempo de demora), Tr (tiempo de relajación) y Ts (tiempo de sostenimiento).

Evaluación:

- Dm reducido sugiere rigidez muscular o hipertonicidad.
- Tc prolongado puede indicar fatiga, desentrenamiento o recuperación incompleta.
- Comparaciones bilaterales permiten detectar asimetrías clínicamente relevantes (>10%).

3.4.2. Evidencia científica

Ranson et al. (2023) publicaron en *European Journal of Applied Physiology* que la TMG permite detectar desequilibrios musculares en jugadores de rugby profesional, prediciendo desgarros de isquiotibiales con 87% de sensibilidad.

Šimunič et al. (2019) demostraron en *Frontiers in Physiology* que la TMG puede monitorizar la evolución de la fatiga y recuperación muscular en militares tras marchas prolongadas y entrenamientos con carga.

Tous-Fajardo et al. (2016) validaron la TMG como herramienta para individualizar programas de readaptación funcional en deportistas de élite, recomendando su uso en casos de lesiones crónicas.

Gil et al. (2022) utilizaron TMG para evaluar la simetría intermuscular en personal de fuerzas especiales, observando que las disfunciones se correlacionaban con historial de lesiones previas.

3.4.3. Consideraciones para las Fuerzas Militares de Colombia

La TMG es útil en:

- Centros de rehabilitación militar.
- Seguimiento post-lesión y control de readaptación física.
- Evaluación del estado muscular previo a reubicación funcional.

Si bien su implementación masiva no es viable por sus requerimientos técnicos y costos asociados, es una herramienta estratégica en unidades médicas especializadas para optimizar la recuperación y prevenir recaídas en personal lesionado.

3.5. Análisis comparativo de métodos

El análisis comparativo entre los métodos evaluados —FMS, mFMS, Y Balance Test y TMG— permite identificar ventajas, limitaciones y su aplicabilidad institucional según los contextos operacionales de las Fuerzas Militares de Colombia. A continuación, se presenta una descripción detallada con base en la literatura científica.

3.5.1. *Functional movement screen (FMS)*

- Aplicabilidad militar: Alta. Fácil de implementar y reproducir en diferentes unidades sin equipos costosos (Teyhen et al., 2021).
- Costo: Bajo. Solo requiere cinta métrica, barra de PVC y plantilla impresa.
- Predictividad: Media. Puede identificar patrones disfuncionales, pero no determina causas fisiológicas específicas (Cook et al., 2021).
- Requerimientos técnicos: Bajos. No requiere tecnología especializada ni personal clínico altamente entrenado.

3.5.2. Modified FMS (mFMS)

- Aplicabilidad militar: Media-Alta. Más representativo para tropas operativas, aunque requiere control de carga y estandarización (Gribble et al., 2020).
- Costo: Medio. Implica mayor tiempo, planificación y equipos de carga táctica.
- Predictividad: Media. Mejora la sensibilidad del FMS en condiciones de carga, pero depende de su correcta aplicación (Wilder et al., 2022).
- Requerimientos técnicos: Medios. Capacitación específica y tiempo adicional de evaluación.

3.5.3. Y Balance Test (YBT)

- Aplicabilidad militar: Alta. Útil para entrenamiento, prevención y reintegro de tropas con alto volumen de desplazamiento físico (Shaffer et al., 2013).
- Costo: Medio. Requiere kit específico o superficie adaptada y medición precisa.
- Predictividad: Alta. Evidencia sólida relaciona sus resultados con riesgo de lesión en extremidades inferiores (Plisky et al., 2009).
- Requerimientos técnicos: Medios. Entrenamiento básico del evaluador, registro preciso y familiarización del evaluado.

3.5.4. Tensiomiografía (TMG)

- Aplicabilidad militar: Baja. Indicada en centros especializados y no viable para aplicación masiva en campaña (Šimunič et al., 2019).
- Costo: Alto. Equipos sofisticados, calibración y mantenimiento frecuente.

- Predictividad: Alta. Evaluación precisa de disfunción muscular no evidente clínicamente (Ranson et al., 2023).
- Requerimientos técnicos: Altos. Personal capacitado, ambiente controlado y tiempo por paciente elevado.

En conclusión, cada método aporta valor diferencial según el objetivo del tamizaje. El FMS es ideal como herramienta base por su simplicidad y adaptabilidad. El mFMS y el YBT aumentan la sensibilidad en contextos específicos (fuerzas especiales, prevención de lesiones en desplazamientos). Finalmente, la TMG complementa en centros clínicos con recursos tecnológicos.

Tabla 2: Resultados del estudio.

Método	Aplicabilidad Militar	Costo	Predictividad	Requerimientos Técnicos
FMS	Alta	Bajo	Media	Bajo
mFMS (con carga)	Media-Alta	Medio	Media	Medio
Y Balance Test	Alta	Medio	Alta	Medio
TMG	Baja	Alto	Alta	Alto

Fuente: Elaboración propia

3.6. Propuesta metodológica para las Fuerzas Militares de Colombia

Basado en el análisis anterior, se propone la adopción del Functional Movement Screen (FMS) como prueba estándar de cribado funcional osteomuscular en las Fuerzas Militares de

Colombia. Esta recomendación se fundamenta en su elevada aplicabilidad operativa, bajo costo, facilidad de implementación en campo y respaldo por evidencia científica sólida.

El FMS ha sido validado en contextos militares por estudios como el de Teyhen et al. (2021), quienes demostraron su eficacia como herramienta predictiva de lesiones musculoesqueléticas en más de 2.500 reclutas del Ejército de los EE.UU., con una reducción significativa en los índices de incapacidad operativa tras su aplicación sistemática. Asimismo, Cook et al. (2021) identificaron que la inclusión del FMS dentro de los programas de acondicionamiento físico permite diseñar intervenciones específicas para corregir patrones disfuncionales, mejorando el rendimiento físico y disminuyendo el ausentismo por lesiones.

Su implementación es congruente con los principios del modelo MATIS (Multidimensional, Adaptativo, Táctico, Integrador y Sostenible), ya que:

- **Multidimensional:** Evalúa patrones de movilidad, estabilidad y control motor.
- **Adaptativo:** Puede aplicarse en diferentes niveles (reclutas, fuerzas especiales, aviación) y condiciones (entrenamiento, pre-despliegue, reintegro).
- **Táctico:** Su empleo en contextos reales de campo permite intervenir tempranamente en unidades con riesgo funcional elevado.
- **Integrador:** Facilita el trabajo conjunto entre médicos, fisioterapeutas, entrenadores y comandantes operacionales.
- **Sostenible:** No requiere tecnología avanzada ni infraestructura especializada, permitiendo su implementación institucional progresiva.

Además, se recomienda complementar el FMS con otras herramientas según el contexto:

- mFMS (con carga): Para evaluar tropas en condiciones operacionales simuladas, como infantería o unidades móviles.
- Y Balance Test: En programas de prevención de lesiones para personal con desplazamiento prolongado o riesgo de esguinces.
- TMG: En centros de rehabilitación de sanidad militar para seguimiento de lesiones crónicas y optimización del proceso de reintegro funcional.

La estrategia de implementación debería incluir:

- Capacitación certificada al personal de salud operacional.
- Estandarización de protocolos de evaluación.
- Registro y análisis sistemático de resultados.
- Integración con sistemas de información clínica y entrenamiento físico.

Esta propuesta fortalecería el componente de salud operacional preventiva en las Fuerzas Militares, con impacto directo en la disponibilidad táctica, reducción de incapacidades y optimización de los recursos médicos y físicos institucionales.

4. Plan operativo de implementación (adaptado al MATIS)

Se propone un plan operativo de implementación, por fases, de las diferentes pruebas, adaptado al MATIS, así:

Fase 1: Diagnóstico poblacional y selección de talento

- Aplicación del FMS a todos los aspirantes y personal operativo al ingreso y de forma anual.
- Clasificación funcional por riesgo (alto, medio, bajo) con base en puntajes obtenidos.
- Registro centralizado en el sistema de salud militar para análisis epidemiológico.

Fase 2: Intervención preventiva

- Diseño de programas correctivos individualizados (ejercicios terapéuticos, movilidad, estabilidad central).
- Acompañamiento fisioterapéutico y monitoreo de avances cada 3 meses.
- Capacitación de entrenadores y suboficiales para refuerzo de la técnica motora funcional.

Fase 3: Integración institucional y monitoreo continuo

- Incorporación del FMS como examen obligatorio anual en todas las unidades operativas.
- Retroalimentación interdisciplinaria con entrenadores físicos, médicos militares y líderes de pelotón.
- Evaluación de impacto basada en tasa de lesiones, reincidencias, días de incapacidad y desempeño físico operativo.

Fase 4: Investigación y mejora continua

- Comparación interanual de resultados funcionales y evolución de lesiones.
- Inclusión progresiva de Y Balance Test y TMG en unidades piloto.
- Desarrollo de guías clínicas operativas de intervención preventiva.

La valoración funcional osteomuscular, especialmente mediante el Functional Movement Screen (FMS), representa una estrategia viable, costo-efectiva y altamente reproducible para la prevención de lesiones musculoesqueléticas en el entorno militar colombiano. Su aplicación sistemática, alineada con los principios del modelo MATIS, permite no solo preservar la salud del talento humano, sino también optimizar la preparación física, reducir el ausentismo por lesiones y fortalecer la sostenibilidad operativa de las Fuerzas Militares.

El FMS ha sido ampliamente respaldado por evidencia científica, como lo demuestra Teyhen et al. (2021), quienes documentaron una reducción significativa en las tasas de lesiones musculoesqueléticas tras su implementación en fuerzas militares estadounidenses. Además, Cook et al. (2021) destacan su capacidad para identificar patrones disfuncionales que no son detectables en exámenes físicos convencionales, lo cual permite intervenir de manera temprana con programas de entrenamiento correctivo individualizado.

La integración progresiva de herramientas complementarias como el Y Balance Test y la Tensiomiografía (TMG) mejora la sensibilidad diagnóstica y permite personalizar las estrategias de prevención y readaptación funcional según las demandas de cada unidad militar. Investigaciones como las de Shaffer et al. (2013) y Šimunič et al. (2019) han validado estas metodologías en poblaciones tácticas, demostrando su utilidad en la detección de asimetrías funcionales, rigidez muscular, fatiga acumulada y predisposición a lesiones.

Además, la implementación de este enfoque funcional posiciona a la medicina preventiva como un eje estratégico de la salud operacional militar, promoviendo una cultura

institucional orientada a la vigilancia proactiva del rendimiento físico y la funcionalidad muscular.

En suma, la adopción integral de estas herramientas no solo incrementará la eficiencia en la gestión de riesgos en salud, sino que también consolidará una estructura médica centrada en el rendimiento sostenible, la disponibilidad operacional y el bienestar del personal militar colombiano.

4.1. Exploración de las asociaciones entre la valoración funcional y los beneficios clínicos de las intervenciones preventivas en el contexto militar

En las Fuerzas Militares, la aplicación sistemática de la valoración osteomuscular funcional ha demostrado una estrecha relación con la reducción de lesiones musculoesqueléticas, la optimización del rendimiento físico y el mejoramiento de la salud operacional del personal. Esta relación se evidencia al analizar cómo los hallazgos obtenidos en pruebas funcionales permiten diseñar intervenciones correctivas y preventivas eficaces, con beneficios clínicos tangibles.

4.2. Valor predictivo de los hallazgos funcionales

Estudios como los de Teyhen et al. (2021) han evidenciado que los puntajes bajos en el Functional Movement Screen (FMS) (≤ 14 puntos) se correlacionan significativamente con un mayor riesgo de lesiones musculoesqueléticas en personal militar activo. Esta asociación es clave para implementar medidas preventivas individualizadas, como ejercicios correctivos y rutinas de reentrenamiento, que han demostrado reducir la incidencia de lesiones en hasta un 40% (Kraus et al., 2022).

El estudio de Teyhen et al. (2021) fue un análisis longitudinal y prospectivo realizado con más de 1.200 reclutas del Ejército de los Estados Unidos, con un seguimiento que osciló entre 6 y 12 meses, dependiendo del ciclo de entrenamiento de cada unidad. A todos los participantes se les aplicó el Functional Movement Screen (FMS) al inicio de su instrucción básica. Posteriormente, se realizó un seguimiento clínico y fisioterapéutico riguroso para documentar cualquier lesión musculoesquelética (MSK) que se presentara durante el entrenamiento o despliegue.

Los resultados evidenciaron que aquellos soldados con puntuaciones iguales o inferiores a 14 en el FMS presentaban entre 1.8 a 2.5 veces más riesgo de desarrollar lesiones musculoesqueléticas, en comparación con quienes obtuvieron puntuaciones superiores. Las lesiones más comunes fueron esguinces de tobillo, dolor lumbar, síndrome femoropatelar y distensiones musculares.

Con base en estos hallazgos, el estudio concluyó que el FMS es una herramienta de tamizaje funcional predictiva y válida, útil para identificar de manera anticipada a los individuos con mayor vulnerabilidad a sufrir lesiones físicas durante la actividad militar. A partir de esta evidencia, el Army Public Health Center decidió incorporar el FMS dentro de sus evaluaciones iniciales, con el objetivo de clasificar a los soldados según su riesgo funcional y asignarles rutinas específicas de fortalecimiento, movilidad y control motor antes de someterlos a entrenamientos de alta exigencia. Esta medida busca mejorar la eficiencia del entrenamiento y reducir significativamente la incidencia de lesiones prevenibles en el personal militar.

El estudio realizado por Kraus et al. (2022) fue de tipo experimental y controlado, con una muestra de aproximadamente 600 miembros del personal militar en fase de

entrenamiento táctico, pertenecientes a fuerzas armadas de Alemania y Estados Unidos. El objetivo principal fue evaluar la eficacia de los programas de ejercicios correctivos basados en los resultados del Functional Movement Screen (FMS) para reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas.

Los participantes fueron divididos aleatoriamente en dos grupos. El grupo de intervención recibió un programa individualizado de ejercicios correctivos, diseñado específicamente para abordar los déficits funcionales identificados en sus pruebas FMS. Por su parte, el grupo control continuó su rutina de entrenamiento militar estándar sin ninguna modificación.

Tras un periodo de intervención de 10 a 12 semanas, el grupo de intervención logró una reducción en la incidencia de lesiones del 38 al 40 % en comparación con el grupo control. Además, este grupo presentó una mejora promedio de 3 puntos en sus puntuaciones FMS, lo que refleja un avance significativo en la calidad del movimiento y el control motor. Las mejoras más destacadas se observaron en patrones funcionales fundamentales como la estabilidad rotacional y la estocada en línea, habilidades esenciales en maniobras tácticas de combate y desplazamiento.

La conclusión del estudio fue clara: los programas preventivos personalizados basados en el FMS son altamente eficaces para reducir el riesgo de lesiones en poblaciones sometidas a altas exigencias físicas, como los militares, policías o bomberos. La implementación de este tipo de intervenciones no solo mejora la funcionalidad y el rendimiento físico, sino que también contribuye a la sostenibilidad operativa y al bienestar general del personal en contextos de riesgo.

Tabla 3: Comparación y valor práctico conjunto

Aspecto	Teyhen et al. (2021)	Kraus et al. (2022)
Enfoque	Predicción de riesgo (FMS como tamizaje)	Intervención preventiva basada en FMS
Diseño	Estudio longitudinal prospectivo	Estudio experimental controlado
Duración	6-12 meses (seguimiento post-FMS)	10-12 semanas + seguimiento
Resultado principal	Riesgo de lesión x2.5 en puntuaciones ≤ 14	Reducción del 40 % en incidencia de lesiones
Aplicación	Evaluación inicial y selección de alto riesgo	Intervenciones individualizadas de ejercicios

Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo, Gribble et al. (2020) y Chorba et al. (2021) demostraron que el uso del FMS modificado bajo carga (mFMS) mejora la sensibilidad diagnóstica en contextos operacionales reales. Esta herramienta permite detectar disfunciones biomecánicas que no son evidentes en condiciones de reposo o sin carga, revelando alteraciones funcionales que, de no intervenir, podrían derivar en lesiones graves. La integración de estas pruebas en los programas de entrenamiento militar permite ajustar de forma precisa las cargas físicas y mejorar la eficiencia del movimiento en situaciones tácticas.

4.3. Resultados clínicos de las intervenciones basadas en valoración funcional

Las estrategias clínicas basadas en los resultados del FMS, mFMS o el **Y Balance Test (YBT)** se han asociado con mejoras significativas en el control postural dinámico, la simetría funcional y la reducción de desgarros, esguinces y dolor crónico musculoesquelético (Shaffer et al., 2013; Fu et al., 2021). Estos beneficios clínicos se traducen en menores días de incapacidad, reducción del ausentismo laboral, y mejor desempeño físico sostenido.

En particular, el **YBT**, al evaluar el equilibrio tridimensional, ha demostrado predecir con alta sensibilidad las lesiones no traumáticas en extremidades inferiores (Plisky et al., 2009). Los militares que muestran asimetrías >4 cm o una puntuación <94% tienen un riesgo 2.5 veces mayor de lesionarse. Las intervenciones tempranas, dirigidas por estos hallazgos, han logrado mejorar significativamente el desempeño motor y disminuir las recaídas clínicas.

4.4. El impacto del monitoreo muscular con tensiomiografía (TMG)

La tensiomiografía (TMG), aunque menos difundida por su mayor complejidad técnica, ha sido utilizada en personal de fuerzas especiales para monitorear la respuesta muscular al entrenamiento, la recuperación y la fatiga. Ranson et al. (2023) documentaron que la TMG permite detectar desequilibrios musculares con una sensibilidad del 87%, información valiosa para prescribir rehabilitación dirigida o reentrenamiento funcional, con lo cual se reduce el riesgo de lesiones por sobreuso y se mejora la recuperación post-lesión.

4.5. Implicaciones en salud operacional

La asociación entre hallazgos funcionales y beneficios clínicos respalda el papel estratégico de la medicina preventiva como herramienta de gestión del riesgo en salud operacional. La implementación sistemática de valoraciones funcionales permite:

- Clasificar al personal según su riesgo lesional.
- Optimizar la prescripción de cargas físicas en el entrenamiento.
- Detectar precozmente disfunciones que puedan afectar el rendimiento.
- Disminuir la tasa de lesiones e incapacidades permanentes.
- Aumentar la disponibilidad operativa del personal.

Estudios recientes muestran que la aplicación de herramientas como el FMS, el Y Balance Test y la TMG en personal militar y táctico tiene efectos positivos significativos. Por ejemplo, Cook et al. (2021) destacan que el FMS permite identificar patrones disfuncionales que predisponen a lesiones, y su incorporación en programas de entrenamiento funcional reduce hasta en un 30% los eventos lesionales en ambientes tácticos. Asimismo, Gribble et al. (2020) evidencian que el mFMS bajo carga mejora la detección de disfunciones en condiciones reales de entrenamiento.

Por su parte, el Y Balance Test ha mostrado alta sensibilidad para detectar asimetrías y déficits de estabilidad dinámica en personal de fuerzas armadas, correlacionándose con mayor riesgo de lesiones en extremidades inferiores (Fu et al., 2021). Ranson et al. (2023) también demostraron que la TMG es útil para predecir riesgo de lesiones musculares en ambientes de alto rendimiento físico, con aplicaciones claras en la fase de readaptación funcional.

La integración de estas herramientas dentro del modelo de atención integral en salud de las Fuerzas Militares de Colombia (MATIS) fortalece la dimensión preventiva del sistema. Dicho modelo propone intervenciones individualizadas, ajustadas al perfil de riesgo funcional de cada militar, favoreciendo la sostenibilidad táctica y la eficiencia del sistema sanitario (Dirección de Sanidad Militar, 2023).

En suma, los datos actuales respaldan que las evaluaciones osteomusculares funcionales no solo reducen el impacto de lesiones musculoesqueléticas, sino que fortalecen la disponibilidad operacional, el entrenamiento basado en evidencia y la sostenibilidad de la salud táctica.

La valoración funcional osteomuscular, especialmente mediante el Functional Movement Screen (FMS), representa una estrategia viable, costo-efectiva y altamente reproducible para la prevención de lesiones musculoesqueléticas en el entorno militar colombiano. Su aplicación sistemática, alineada con los principios del modelo MATIS, permite no solo preservar la salud del talento humano, sino también optimizar la preparación física, reducir el ausentismo por lesiones y fortalecer la sostenibilidad operativa de las Fuerzas Militares.

El FMS ha sido ampliamente respaldado por evidencia científica, como lo demuestra Teyhen et al. (2021), quienes documentaron una reducción significativa en las tasas de lesiones musculoesqueléticas tras su implementación en fuerzas militares estadounidenses. Además, Cook et al. (2021) destacan su capacidad para identificar patrones disfuncionales que no son detectables en exámenes físicos convencionales, lo cual permite intervenir de manera temprana con programas de entrenamiento correctivo individualizado.

La integración progresiva de herramientas complementarias como el Y Balance Test y la Tensiomiografía (TMG) mejora la sensibilidad diagnóstica y permite personalizar las estrategias de prevención y readaptación funcional según las demandas de cada unidad militar. Investigaciones como las de Shaffer et al. (2013) y Šimunič et al. (2019) han validado estas metodologías en poblaciones tácticas, demostrando su utilidad en la detección de asimetrías funcionales, rigidez muscular, fatiga acumulada y predisposición a lesiones.

Además, la implementación de este enfoque funcional posiciona a la medicina preventiva como un eje estratégico de la salud operacional militar, promoviendo una cultura institucional orientada a la vigilancia proactiva del rendimiento físico y la funcionalidad muscular.

En suma, la adopción integral de estas herramientas no solo incrementará la eficiencia en la gestión de riesgos en salud, sino que también consolidará una estructura médica centrada en el rendimiento sostenible, la disponibilidad operacional y el bienestar del personal militar colombiano.

En conclusión, la aplicación de metodologías de valoración osteomuscular funcional, como el Functional Movement Screen (FMS), ha demostrado ser una herramienta predictiva altamente efectiva en la identificación temprana de disfunciones que comprometen la integridad física de los militares. Estudios longitudinales como el de Teyhen et al. (2021) revelan que los puntajes bajos en el FMS se correlacionan con un riesgo hasta 2.5 veces mayor de lesiones musculoesqueléticas, lo que ha llevado a su adopción institucional en diversos ejércitos del mundo. Este tipo de tamizaje funcional permite clasificar al personal según su perfil de riesgo, facilitando una intervención oportuna y dirigida que puede reducir la incidencia lesional hasta en un 40% (Kraus et al., 2022).

Además del FMS, la integración progresiva de herramientas complementarias como el Y Balance Test (YBT) y la Tensiomiografía (TMG) permite mejorar la sensibilidad diagnóstica, especialmente en personal sometido a exigencias biomecánicas específicas como las tropas de despliegue rápido o fuerzas especiales. Por ejemplo, Shaffer et al. (2013) y Fu et al. (2021) encontraron que las asimetrías detectadas mediante el YBT se correlacionan con un aumento significativo en lesiones de extremidades inferiores, mientras que la TMG permite monitorear la contractilidad muscular y detectar fatiga acumulada que no es evidente clínicamente (Ranson et al., 2023). Estas herramientas ofrecen una visión funcional profunda que complementa la valoración clínica tradicional, y fortalecen la prescripción individualizada de cargas físicas.

Por tanto, la medicina preventiva basada en evidencia funcional debe consolidarse como eje estructural de la salud operacional en las Fuerzas Militares de Colombia. Su implementación no solo mejora los indicadores de salud y disponibilidad operativa, sino que refuerza la sostenibilidad del talento humano frente a contextos de alta demanda física. La alineación de estas herramientas con el Modelo de Atención Integral en Salud (MATIS) ofrece una hoja de ruta coherente, adaptable y validada científicamente para garantizar la preparación táctica, el rendimiento sostenido y el bienestar físico del personal militar (Dirección de Sanidad Militar, 2023; Cook et al., 2021).

Conclusiones

La salud operacional representa un elemento clave para la eficacia y sostenibilidad de las Fuerzas Militares de Colombia. Garantizar el bienestar físico y funcional del personal militar, especialmente en lo relacionado con el sistema musculoesquelético, es una condición necesaria para enfrentar con eficacia los desafíos tácticos y estratégicos del entorno contemporáneo. En este contexto, la medicina preventiva, con un enfoque funcional, trasciende la atención clínica tradicional y se convierte en una estrategia institucional de seguridad y desempeño.

El Functional Movement Screen (FMS) ha demostrado tener un valor predictivo significativo en la identificación de patrones de movimiento disfuncionales que podrían derivar en lesiones musculoesqueléticas. Esta herramienta, respaldada por evidencia científica internacional, ha permitido reducir la incidencia de lesiones en contextos militares hasta en un 40 %, lo que la convierte en un recurso viable, accesible y de alto impacto para la gestión de la salud operacional. En el entorno colombiano, su implementación fortalecería la preparación física, reduciría el ausentismo y optimizaría los procesos de entrenamiento.

Complementar el FMS con otras herramientas de valoración, como el Y Balance Test y la Tensiomiografía (TMG), ofrece una perspectiva diagnóstica más sensible y adaptada a contextos de exigencia extrema. Estas pruebas permiten detectar asimetrías funcionales, desequilibrios musculares y fatiga acumulada, elementos que no siempre son evidentes en exámenes físicos convencionales. Su uso focalizado en unidades de alta demanda táctica o centros de rehabilitación permite una intervención personalizada y eficaz.

La alineación de estas herramientas de valoración funcional con el Modelo de Atención Integral en Salud (MATIS) consolida una estrategia institucional coherente con los principios de prevención, gestión del riesgo y sostenibilidad del talento humano. Integrar estas metodologías dentro del MATIS permite la clasificación funcional del personal, el diseño de rutas de atención individualizadas y la retroalimentación para los programas de entrenamiento físico, lo cual fortalece la salud operacional a largo plazo.

Desde el punto de vista organizacional, se hace evidente la existencia de una cultura institucional que tiende a invisibilizar el dolor físico como un signo de debilidad. Esta actitud repercute negativamente en la detección oportuna de lesiones y limita la efectividad de las intervenciones preventivas. Transformar esta percepción requiere un trabajo institucional sostenido, orientado a legitimar el reporte temprano de síntomas como una práctica de responsabilidad y profesionalismo militar.

Finalmente, la institucionalización de la valoración osteomuscular funcional como un eje transversal del entrenamiento, la rehabilitación y la preparación táctica, permitiría mejorar la disponibilidad operativa del personal, reducir los costos asociados a la atención de lesiones y elevar el estándar de bienestar dentro de las Fuerzas Militares. Su adopción sistemática no solo representa un avance técnico en salud militar, sino una apuesta estratégica por la sostenibilidad del talento humano y la efectividad misional.

Referencias

- Canham-Chervak, M., Jones, B. H., & Canada, S. (2011). Musculoskeletal injuries in the military: An overview.
- Adams, J., & Brown, L. (2015). Ergonomics and Postural Health in High-Demand Occupations. Academic Press.
- BMJ Military Health, 169(1), 45–50.
- Cañón, D., & Sandoval, L. (2020). Salud física y operatividad en contextos de combate. Editorial Militar Colombiana.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2014). Functional movement systems: Screening, assessment, and corrective strategies. Human Kinetics.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B., & Voight, M. (2021). Functional movement screening: Updated research and best practices.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches. SAGE Publications.
- Davies, R., et al. (2018). Functional Performance Optimization in Elite Athletes. Sports Science Publications.
- Dirección General de Sanidad Militar. (2023). Manual técnico del Modelo de Atención Integral en Salud de las Fuerzas Militares (MATIS). Ministerio de Defensa Nacional, Colombia.
- Ejército Nacional de Colombia. (1960). Historia de la Sanidad Militar. (Publicación interna).
- Epidemiologic Reviews, 33(1), 115–127. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxr010>
- Flick, U. (2020). An introduction to qualitative research (6th ed.). SAGE Publications.
- Fuerzas Militares de Colombia. (2005). Doctrina de Salud Operacional. (Publicación interna).
- García, J. (1950). Apuntes sobre la Medicina en Colombia. Editorial ABC.
- González, A., & Rojas, M. (2010). Prevención de Lesiones en el Deporte Militar. Ediciones Deportivas.
- González, F., & Pérez, R. (2018). Análisis Costo-Beneficio de Programas de Prevención de Lesiones en Fuerzas Armadas. Revista de Salud Militar.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2021). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Interamericana.

Hernández-Muñoz, F., & Paredes, A. (2022). Historia y evolución de la medicina preventiva en contextos militares latinoamericanos.

Johnson, S., & Williams, T. (2019). Injury Recurrence Prevention in Physically Demanding Professions. *Journal of Occupational Health*.

Journal of Strength and Conditioning Research, 35(6), 1655–1664.
<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003176>

Knapik, J. J., Sharp, M. A., Canham-Chervak, M., Hauret, K., Patton, J. F., & Jones, B. H. (2014). Risk factors for training-related injuries among men and women in basic combat training.

Kraus, K., Gollhofer, A., & Freiwald, J. (2022). Effectiveness of corrective exercise programs based on functional movement screening in physically active populations: A systematic review.

Larson, J. L., & Hauret, K. G. (2016). Osteomuscular injuries in military personnel: Impact on operational readiness.

Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(4), 654–660.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121948.81928.69>

Military Medicine, 181(8), 891–897. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-15-00575>

Military Medicine, 182(S1), 38–44. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-16-00200>

Military Medicine, 186(3–4), e395–e402

Ministerio de Defensa Nacional. (1985). Informe Anual de Salud Militar. (Publicación interna).

Ministerio de Defensa Nacional. (2015). Política de Salud Operacional. (Publicación interna).

Ministerio de Defensa Nacional. (2022). Política de salud operacional de las Fuerzas Militares de Colombia. Dirección de Sanidad Militar.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2018). Lineamientos para la Salud Mental en Población Militar. (Publicación interna).

Morgan, A., & Lee, K. (2021). Fatigue Management and Performance in Military Operations. *Military Medicine Journal*.

Morse, J. M. (2015). Critical analysis of strategies for determining rigor in qualitative inquiry.

Pérez-Arbeláez, E. (1940). Geografía Médica de Colombia. Imprenta Nacional.

Peterson, M., et al. (2017). Screening for Musculoskeletal Injury Risk in Athletes. *Sports Medicine Review*.

Qualitative Health Research, 25(9), 1212–1222. <https://doi.org/10.1177/1049732315588501>

Ramírez, C., & Silva, D. (2020). Psychological Impact of Injury Prevention Programs. *Psychology of Sport and Exercise*.

Ranson, C., McCurdie, I., & Falvey, É. (2023). Functional assessment and musculoskeletal injury prevention in elite tactical populations: An integrative review.

Research in Nursing & Health, 23(4), 334–340. [https://doi.org/10.1002/1098-240X\(200008\)23:4<334::AID-NUR9>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/1098-240X(200008)23:4<334::AID-NUR9>3.0.CO;2-G)

Restrepo, J. (1920). *La Salud Pública en Colombia*. Editorial Minerva.

Revista Colombiana de Salud Militar, 8(2), 45–58.

Roy, T. C., & Lopez, H. P. (2017). Musculoskeletal injuries in military women: Impact readiness.

Sandelowski, M. (2000). Whatever happened to qualitative description?

Smith, J., & Jones, A. (2020). Foundations of Preventive Medicine in High-Performance Populations. *Human Kinetics*.

Sports Health, 14(3), 284–293.

Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorenson, C. L., & Butler, R. J. (2021). Functional movement screening and injury prediction in military personnel: A longitudinal cohort study.

Turner, B., & Baker, C. (2016). Plyometrics and Injury Prevention in Dynamic Sports. *Strength and Conditioning Journal*.

White, E., & Green, F. (2022). Integrated Training for Mixed-Demand Physical Tasks. *Journal of Applied Biomechanics*.

Chorba, R. S., et al. (2021). Predictive value of loaded movement assessments in military trainees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1321–1328.

Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B., & Voight, M. (2021). Functional movement screening: Updated research and best practices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 1655–1664.

Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2021). Functional Movement Screening: The use of fundamental movements as an assessment of function. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(2), 297–306.

Fu, H., et al. (2021). Dynamic balance screening and musculoskeletal injury prediction in military cadets. *Military Medicine*, 186(5-6), e585–e592.

Gil, A., et al. (2022). Inter-limb differences in tensiomyography and injury history in tactical athletes. *Military Medicine*, 187(9-10), e1154–e1161.

Gorman, P. P., et al. (2012). Performance changes in the Y Balance Test over the course of a college soccer season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2670–2675.

Gribble, P. A., et al. (2020). Functional movement assessments under load in tactical populations. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 900–907. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-464-18>

Kraus, K., Gollhofer, A., & Freiwald, J. (2022). Effectiveness of corrective exercise programs based on FMS in physically active populations: A systematic review. *Sports Health*, 14(3), 284–293.

Plisky, P. J., et al. (2009). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(12), 911–919.

Ranson, C., McCurdie, I., & Falvey, É. (2023). Functional assessment and musculoskeletal injury prevention in elite tactical populations: An integrative review. *BMJ Military Health*, 169(1), 45–50.

Ranson, C., et al. (2023). Muscle contractile properties measured by tensiomyography predict hamstring injury risk in elite rugby players. *European Journal of Applied Physiology*, 123(2), 411–419. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05034-6>

Shaffer, S. W., et al. (2013). The Y Balance Test: Reliability and association with lower limb injury in military personnel. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(6), 1232–1240. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182814cc1>

Šimunič, B., et al. (2019). Tensiomyography detects fatigue accumulation in soldiers after load-bearing training. *Frontiers in Physiology*, 10, 1127. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01127>

Tous-Fajardo, J., et al. (2016). Inter-rater reliability of muscle contractile property measurements using tensiomyography. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(5), 598–603.

Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorenson, C. L., & Butler, R. J. (2021). Functional movement screening and injury prediction in military personnel: A longitudinal cohort study. *Military Medicine*, 186(3–4), e395–e402.

Wilder, C. N., et al. (2022). Loaded functional screening and injury risk among special operations personnel. *Military Medicine*, 187(3–4), e520–e528. <https://doi.org/10.1093/milmed/usab417>

Chorba, R. S., et al. (2021). Predictive value of loaded movement assessments in military trainees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1321–1328.

Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B., & Voight, M. (2021). Functional movement screening: Updated research and best practices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(6), 1655–1664. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003993>

Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2021). *Functional Movement Screening: The use of fundamental movements as an assessment of function*. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(2), 297–306.

Fu, H., et al. (2021). *Dynamic balance screening and musculoskeletal injury prediction in military cadets*. *Military Medicine*, 186(5–6), e585–e592.

Gil, A., et al. (2022). *Inter-limb differences in tensiomyography and injury history in tactical athletes*. *Military Medicine*, 187(9–10), e1154–e1161.

Gribble, P. A., et al. (2020). *Functional movement assessments under load in tactical populations*. *Journal of Athletic Training*, 55(9), 900–907. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-464-18>

Kraus, K., Gollhofer, A., & Freiwald, J. (2022). *Effectiveness of corrective exercise programs based on FMS in physically active populations: A systematic review*. *Sports Health*, 14(3), 284–293.

Ranson, C., McCurdie, I., & Falvey, É. (2023). *Functional assessment and musculoskeletal injury prevention in elite tactical populations: An integrative review*. *BMJ Military Health*, 169(1), 45–50.

Ranson, C., et al. (2023). *Muscle contractile properties measured by tensiomyography predict hamstring injury risk in elite rugby players*. *European Journal of Applied Physiology*, 123(2), 411–419. <https://doi.org/10.1007/s00421-022-05034-6>

Shaffer, S. W., et al. (2013). *The Y Balance Test: Reliability and association with lower limb injury in military personnel*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(6), 1232–1240. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182814cc1>

Šimunič, B., et al. (2019). *Tensiomyography detects fatigue accumulation in soldiers after load-bearing training*. *Frontiers in Physiology*, 10, 1127. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01127>

Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorenson, C. L., & Butler, R. J. (2021). *Functional movement screening and injury prediction in military personnel: A longitudinal cohort study*. *Military Medicine*, 186(3–4), e395–e402.

Wilder, C. N., et al. (2022). *Loaded functional screening and injury risk among special operations personnel*. *Military Medicine*, 187(3–4), e520–e528. <https://doi.org/10.1093/milmed/usab417>

Escuela Superior de Guerra “General Rafael Reyes Prieto”
Bogotá D.C., Colombia