

# Impacto del entrenamiento físico sobre parámetros fisiológicos, mecánicos y morfológicos en población militar

# 2

DOI: <https://doi.org/10.21830/9786289640205.02>

**Diana Carolina Preciado Martínez**

**Jonathan Giraldo Guzmán**

*Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”*

**Freddy Rodríguez Saza**

*Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

**Resumen.** Este capítulo compara dos programas de entrenamiento físico militar: 1) el de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova” (ESMIC), cuya planificación de cargas está enfocada en alcanzar hábitos de vida saludable y obtener altos puntajes en las pruebas físicas de relevancia militar, y 2) el Nuevo Programa de Entrenamiento Físico Militar Individualizado (EFM), enfocado en obtener y mantener el máximo rendimiento físico de los cadetes y potencializar la respuesta ante el transporte de carga externa, todo esto soportado en los datos obtenidos en las evaluaciones iniciales respecto de los parámetros fisiológicos, mecánicos y de composición corporal. Se concluye que el EFM produce mejoras en la capacidad aeróbica y en la composición corporal, entre otras, por lo que se sugiere sobre el programa ESMIC.

**Palabras clave:** adaptación al entrenamiento; ESMIC; esfuerzo físico; personal militar; rendimiento físico; Test de Bosco; transporte de carga externa

### **Diana Carolina Preciado Martínez**

Magíster en Fisioterapia Deportiva y de la Actividad Física, Universidad Nacional de Colombia. Fisioterapeuta Universidad del Rosario, Colombia.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8109-1298> - Contacto: [diana.preciado@esmic.edu.co](mailto:diana.preciado@esmic.edu.co)

### **Jonathan Giraldo Guzmán**

Magister en Liderazgo Estratégico y Gestión del Talento Humano,, Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”, Colombia. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación, Universidad Santo Tomás de Aquino, Colombia.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3386-6444> - Contacto: [jonathan.giraldo@esmic.edu.co](mailto:jonathan.giraldo@esmic.edu.co)

### **Freddy Rodríguez Saza**

Doctor y magister en Antropología, Universidad de los Andes. Magister(c) en Modelado y Simulación, Universidad Jorge Tadeo Lozano. Especialista en Investigación Criminal, Escuela Nacional de Policía General Santander. Antropólogo, Universidad Nacional de Colombia. Docente de los Programas de Biología y Química y Líder del Semillero de Investigación PhyloGenomicsUD de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9709-4258> - Contacto: [freddy.rodriguez@udistrital.edu.co](mailto:freddy.rodriguez@udistrital.edu.co)

**Citación APA:** Preciado Martínez, D.C., Giraldo Guzmán, J. & Rodríguez Saza, F. (2024). Impacto del entrenamiento físico sobre parámetros fisiológicos, mecánicos y morfológicos. Estudio comparativo. En P. J. Melo Buitrago (Ed.), *Entrenamiento y control fisiológico: efectos en el desempeño físico y la salud* (pp. 51-78). Sello Editorial ESMIC. <https://doi.org/10.21830/9786289640205>

## **Entrenamiento y control fisiológico: efectos en el desempeño físico y la salud**

ISBN impreso: 978-628-96203-9-9

ISBN digital: 978-628-96402-0-5

DOI: <https://doi.org/10.21830/9786289640205>

Colección Ciencias de la Salud

Serie Miles Doctus (Investigación formal terminada).

Sello Editorial Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”

Bogotá, D.C., Colombia

2024



## Introducción

La evaluación de parámetros fisiológicos, mecánicos y antropométricos en las instituciones militares constituye una forma objetiva de determinar procesos de preparación, adaptación y mejoramiento de las capacidades físicas condicionales (fuerza, potencia, resistencia, velocidad, flexibilidad, agilidad), desarrolladas a partir de los programas de entrenamiento físico (Hendrickson et al., 2010). Lo anterior asegura que los reclutas y oficiales respondan de forma efectiva ante las exigentes tareas físicas, como el transporte de carga, marcha con equipo de campaña, mantenimiento de la postura en la posición firmes y otras como combatir, trepar obstáculos, saltar desde altura y arrastre (Burleigh et al., 1994; Harman et al., 2008).

## Marco teórico

A nivel internacional, se han propuesto diversos protocolos de entrenamiento militar basados en los anteriores parámetros. En EE. UU., por ejemplo, se utiliza el Army Physical Readiness Training (FM7-22), enfocado en fuerza, resistencia y movilidad, junto con técnicas de combate, con la finalidad de disminuir lesiones derivadas de las carreras, permitir la adaptación física (apresto físico) y mejorar la potencia del soldado en el campo de batalla (Showman & Henson, 2015). Otro programa del U.S. Army que demostró mejoras en las pruebas militares, similar al encontrado con entrenamientos basados en levantamiento de cargas, es el Army Standardized Physical Training (SPT) que incluye ejercicios de estiramientos, calistenia, marchas con carga externa de peso variable, esprint, carreras de larga duración y carreras de obstáculos con carga de combate cronometradas. La finalidad del SPT fue mejorar la capacidad del soldado para realizar maniobras en entornos urbanos (trepar de un lugar a otro, pasar muros, saltar desde grandes alturas, etc.), durante las operaciones militares, demostrando ser más efectivo en dichas actividades que otros programas de entrenamiento militar (Harman et al., 2008). Así mismo, el ejército australiano ha implementado una batería de rendimiento físico denominado Physical Employment Standards (PES), cuya planificación se basó en la realización de tareas militares como levantar y descargar cajas con pesos iniciales de 2,5 hasta 25 kg, del suelo a una plata-

forma de 1,50 m de altura, en una sola repetición. Además, se incluyeron entrenamientos en circuito, carrera, natación y transporte de carga, para el desarrollo de las capacidades físicas, demostrando aumentos importantes en la fuerza muscular (Savage et al., 2012).

Un análisis de los diferentes reportes sobre programas de entrenamiento físico resalta su utilidad para disminuir la incidencia de lesiones osteomusculares, de las cuales se ha documentado una alta prevalencia en militares, alcanzando cifras del 35 % en el personal de EE. UU. y del 50 % en el ejército israelí, para dar un ejemplo (Wang & Dickin, 2016). De acuerdo con Esculier et al. (2015), el transporte de carga externa por parte de los soldados, que oscila entre 13 a 59 kg, ha sido asociado con la presencia de lesiones osteomusculares a causa de aparición acelerada de la fatiga neuromuscular. Hallazgos similares se han documentado en Colombia: el 51 % de los cadetes en formación presentó algún tipo de lesión osteomuscular al transportar entre 18 a 30 kg de carga externa (Rios-Pinillos & Castro-Jiménez, 2016). Otras alteraciones por el transporte de carga han sido evidenciadas por Soule et al. (1978); Knapik et al. (2004); Looney et al. (2018), quienes argumentaron que el exceso de carga externa impide la cercanía del centro de masa del cuerpo con el centro de masa de la carga, lo que resulta en la pérdida de la posición erguida, que se mantiene al caminar sin carga generando un mayor gasto energético. Las cargas iniciales del 8,5 % del peso corporal a velocidades de marcha entre 4, 4,8 y 5,6 km/h generan un aumento exagerado del costo energético (41 % al 50 %), lo que podría producir alteraciones en las reacciones metabólicas que liberan energía y que son medibles con variables fisiológicas, lo que da como resultado incremento en la ventilación, aumento en el ritmo cardiaco y efectos termogénicos, como el aumento de la temperatura corporal y de las catecolaminas, además de acelerar la respuesta de sustratos energéticos a partir de los lípidos.

En este sentido, el presente artículo compara dos tipos de programas de entrenamiento físico militar: 1) el de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova” (ESMIC), cuya planificación de cargas está enfocada en alcanzar hábitos de vida saludable y obtener altos puntajes en las pruebas

físicas de relevancia militar, y 2) el Nuevo Programa de Entrenamiento Físico Militar Individualizado (EFM), enfocado en obtener y mantener el máximo rendimiento físico de los cadetes y potencializar la respuesta ante el transporte de carga externa, soportado en los datos que se obtuvieron en las evaluaciones iniciales respecto de los parámetros fisiológicos, mecánicos y de composición corporal.

## Metodología

### Tipo de estudio

La investigación es un ensayo clínico cruzado aleatorizado.

### Población

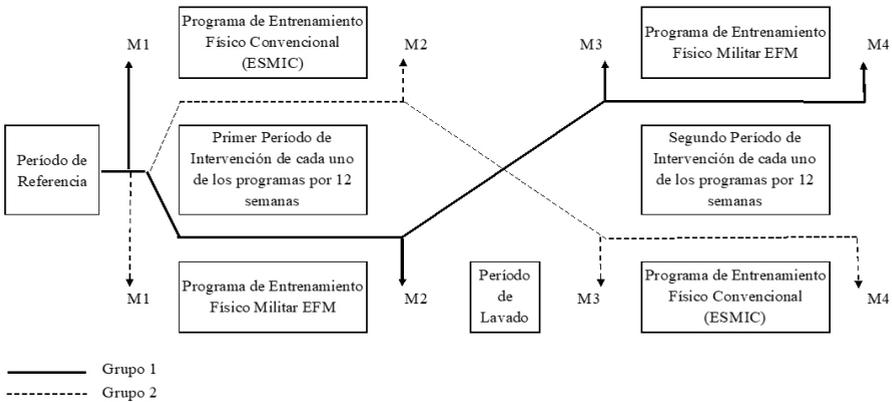
La muestra analizada corresponde a 20 cadetes de sexo masculino de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”, con edades promedio de  $20,6 \pm 0$  años, físicamente activos según la clasificación del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) (Mancera et al., 2013). Así mismo, los participantes recibieron información verbal y escrita en relación con los siguientes aspectos de la investigación: objetivos, procedimientos, riesgos y beneficios de su participación. Previo al inicio de la intervención, los sujetos firmaron el consentimiento informado.

### Criterios de inclusión

Cadetes que no tuvieran limitaciones físicas, lesiones osteomusculares, problemas cardiorrespiratorios o consideraciones médicas para el entrenamiento físico de alta intensidad. Entre los criterios de exclusión para la investigación por tener en cuenta están que los cadetes: 1) no estuvieran participando de manera paralela en otro programa de entrenamiento físico; 2) no correspondieran a deportistas activos con consideraciones adicionales de entrenamiento, y 3) no estuvieran recibiendo algún tipo de tratamiento farmacológico o suplementos que pudieran alterar los resultados. Al finalizar el proceso, 20 cadetes siguieron de forma rigurosa los programas de entrenamiento ESMIC y EFM y completaron la evaluación.

## Métodos

El proceso de aleatorización se ejecutó en Excel; se generó una lista de números aleatorios con valores de 0 y 1, usando la función de aleatorización de Matlab (The Mathworks Inc., Massachusetts, EE. UU., versión 2015<sup>o</sup>) por un examinador independiente al estudio. La muestra se segmentó en dos grupos de 10 personas (G1 y G2) sometidos a dos tipos de programas de entrenamiento físico militar (ESMIC y EFM), con un tiempo de intervención que se dividió en dos periodos (P1 y P2). Durante el P1, el G1 realizó el programa de Entrenamiento Físico Convencional (ESMIC), mientras que el G2 realizó el Nuevo Programa de Entrenamiento Físico Militar (EFM). El tiempo de intervención del P1 y P2 fue de 12 semanas para cada grupo. Posteriormente, ambos grupos pasaron a un periodo de lavado de 7 semanas (tiempo en el que las variables fisiológicas del cadete vuelven a su estado metabólico basal normal al no recibir ningún tipo de entrenamiento físico). Al finalizar el periodo de lavado y durante el P2, el G1 realizó el programa EFM y el G2 realizó el ESMIC por igual tiempo de intervención (12 semanas) (Figura 1).



Diseño Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado M1: Primer momento. M2: Segundo momento. M3: Tercer momento. M4: Cuarto momento.

**Figura 1.** Metodología del estudio

Fuente: elaboración propia.

Los cadetes fueron evaluados en cuatro momentos: el primer momento (M1) corresponde al inicio del P1; el segundo momento (M2) corresponde al final del P1; el tercer momento (M3) corresponde al inicio del P2 y el cuarto momento (M4) corresponde al final del P2 (Figura 1). En cada uno de estos momentos se evaluaron variables antropométricas: Índice de masa corporal (IMC), porcentaje grasa corporal (% GC), porcentaje masa muscular (% MM) y peso óseo mediante bioimpedancia; para esto se utilizó una báscula marca Tanita® BC-1500 Ironman. La determinación de la estatura se realizó con un tallímetro (Peter, 1995). Todos los sujetos fueron evaluados en ayunas, sin haberse bañado y habiendo asistido al baño previamente (Khalil et al., 2014).

En los cuatro momentos también se evaluó el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max), concentración de lactato en sangre (La) y escala de esfuerzo percibido de Borg, estos mediante una prueba de ejercicio físico maximal, utilizando análisis de gases (ergoespirometría), cuyos datos fueron registrados durante cada etapa de la prueba del esfuerzo: etapa inicial, etapa de umbral y etapa final. La frecuencia cardiaca se evaluó con ayuda de un monitor de frecuencia cardiaca Polar RS800Cx, la presión arterial con un esfigmomanómetro Omron® HEM-7120.

Igualmente, se utilizó un test en escalón, con incrementos en la carga de trabajo cada 3 minutos. Los criterios de finalización de la prueba incluyeron: valor de presión arterial sistólica superior a 220 mmHg, haber alcanzado la meseta de la frecuencia cardiaca, un cociente respiratorio superior a 1,2 o la incapacidad del sujeto para mantener la carga. Las variables cardiorrespiratorias, consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>), producción de CO<sub>2</sub> (VCO<sub>2</sub>), Ventilación (VE), se evaluaron con un equipo Metalyzer 3B (Cortex), previamente calibrado. El umbral ventilatorio 1 y el umbral ventilatorio 2 se establecieron por el método de V-slope y se registró la percepción del esfuerzo por la escala de Borg. El lactato en sangre se evaluó con un equipo portátil marca Lactate Scout, mediante una muestra de sangre capilar extraída por pinchazo desde el lóbulo de la oreja en cada etapa de la prueba de esfuerzo (Beltz et al., 2016).

Además, en cada uno de los 4 momentos, se evaluó la fuerza explosiva mediante el test de Bosco: Salto con contramovimiento (CMJ), Salto con caída de 40 cm (DJ), y salto con contramovimiento con movimiento de los brazos (test de Abalakov [ABK]), los cuales se realizaron sin equipo militar y

con él (15 kg de peso adicional). Los saltos se realizaron por triplicado con una pausa de 5 segundos entre cada repetición y con una flexión de rodilla aproximada de 90°. Los saltos fueron precedidos por un calentamiento de 10 minutos que incluyó ejercicios de movilidad articular, trote ligero, cambios de dirección y práctica de cada uno de los saltos del test Bosco. Se analizó el promedio de los 3 saltos y se seleccionaron las siguientes variables para CMJ y ABK: Fuerza concéntrica (N), Velocidad máxima (m/s), Tiempo de vuelo (ms), Altura del salto (cm), Relativa potencia (W/kg) - absoluta (W) y tiempo de contracción muscular (ms), en el caso de DJ: Velocidad pico concéntrica (m/s), Tiempo de vuelo (ms), Altura (cm), Potencia relativa (W/kg) y potencia pico (W). Para el análisis del salto, se utilizó la plataforma AMTI Model OR6-5, Watertown, MA, EE. UU. y el *software* (Force DeckS NMP Technologies, Londres, Reino Unido). Por último, se evaluó el índice elástico (%EI), mediante la diferencia entre el SJ y el CMJ y el porcentaje de utilización de energía elástica (%E).

Los protocolos de evaluación fisiológica y antropométrica se realizaron en el laboratorio de fisiología del Centro de Investigaciones en Cultura física (CICFI), ubicado en las instalaciones de la ESMIC, mientras que los protocolos de salto se realizaron en el centro de alto rendimiento de Coldeportes Nacional, Laboratorio de Biomecánica.

El Programa de Entrenamiento Físico Convencional, de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova” (ESMIC) está cimentado en la Directiva Permanente de Instrucción y Entrenamiento del Ejército Nacional 300-7 de 2013 modificada en 2015, cuyo objetivo es que los cadetes obtengan la máxima calificación en las pruebas físicas que se realizan en las diferentes unidades militares. ESMIC consiste en ocho niveles correspondientes a un semestre académico de formación militar para obtener el grado de subteniente y de formación complementaria para obtener el título de carrera profesional. Los niveles están enmarcados en 3 programas de condición física (básico, intermedio, avanzado) con un periodo de 12 semanas para cada uno. La planificación de las cargas se basa en sets (se) series (s) y repeticiones (rep), con intervalo de descanso entre 3 a 5 min, con una intensidad y volumen continuo e incremental, frecuencia de cinco días a la semana y una duración de 60 a 90 min/día. Los sets incluyen ejercicios secuenciales

en combinación de métodos del fitness (entrenamiento funcional, máquinas de multifuerza, peso libre, carreras continuas con equipo de combate) y ejercicios cardiovasculares (natación y combate). De acuerdo con los resultados de las pruebas físicas militares posentrenamiento, entregados por los evaluadores del Centro de Investigaciones de Cultura Física (CICFI) de la ESMIC, se registró: carrera continua: 2 millas (3200 m) con progresos de tiempo desde 15,45 min a 13,14 min; trote a 7,5 km en <30 min; flexiones de brazo: desde 40 a 52 rp/min y abdominales: >60rp/min. En la tabla 1, se observa el ejemplo del volumen de carga de entrenamiento de la semana 1, semana 6 y semana 12 de cada programa, según la Directiva Permanente de Instrucción y Entrenamiento del Ejército Nacional.

El Programa de Entrenamiento Físico Militar (EFM) propuesto por los investigadores se fundamenta en la construcción de 12 microciclos de entrenamiento, desarrollados a partir de los resultados de los protocolos de evaluación fisiológicos y antropométricos realizados en los M1, M2, M3, M4 durante el P1, por un profesional del entrenamiento deportivo. Los cadetes entrenaron cuatro veces a la semana entre 60 a 90 min/día. El entrenamiento se categorizó en: fuerza/potencia, fuerza/velocidad, velocidad/reacción, resistencia aeróbica, agilidad, coordinación, flexibilidad, core y resistencia para soportar cargas según los conceptos y métodos del Crossfit, Entrenamiento Funcional y Combat Fitness Military (tareas de exigencia física militar durante las campañas y cursos especializados de formación y ascenso militar que incluyen ejercicios de cargue, descargue, arrastre, empuje y transporte de carga externa con y sin equipo de campaña) (Knapik, 1980, 2012). La planificación de las cargas de las categorías de fuerza/potencia y fuerza/velocidad se realizó a partir del test 3-4-5 RMs frente a la utilización del 1-RM e intervalos de velocidad de ejecución (alta a baja), teniendo en cuenta la respuesta del cadete al microciclo anterior y su condición física (Knapik, 2012; Harris, 2000; Stone, 1998). En este sentido, la categoría de fuerza/potencia y fuerza/velocidad, inicio con una intensidad entre el 100 % al 75 %, con una velocidad máxima de ejecución y series(s)/repeticiones(r) de 3s/3r-5r y 7r para lunes a miércoles. La intensidad para el final del microciclo (jueves a viernes) fue del 75 % al 60 %, con una velocidad de ejecución media a alta y series/repeticiones de 3s/10r-15r o hasta el fallo. Para la planificación de los microciclos de resistencia aeróbica; velocidad/

**Tabla 1.** Ejemplo del volumen de carga de entrenamiento de la semana 1, semana 6 y semana 12 de cada programa de la ESMIC

Programa	Sem	Calentamiento Protocolo x 20 seg cada uno	Carrera continua 1Km a 7 min	Km/sem	Flexiones de codo	Repeticiones por Semana	Flexiones abdominal	Repeticiones por Semana	Método fitness
Básico	1	1. Est. del cuello lateral 2. Est. del tríceps	3se 21min 3Km	13	5se 8sx10rep	400	5se 6sx15rep	450	1. Sentadilla máquina 2. Press Hombro. 3. Curl Biceps 4. Peso Muerto 5. Remo 6. Leg Curl 7. Superman de Rodillas 8. Puentes Laterales 9. Tijera Avanzada 10. Abdominales y Oblicuos sobre balón 11. Puente Unipodal y Bipodal en balón 12. Orador dinámico
			1se 28min 4Km						
	6	3. Est. de hombro por adelante	2se 21min 3Km	18	3se 5sx10rep 2se 4sx20rep	310	3se 5sx20rep 2se 4sx25rep	500	
			3se 28min 4Km						
	12	4. Est. lateral de oblicuos 5. Est. de bíceps 6. Est. de la espalda con flexión	1se 35min 5Km	15	5se 4sx20rep	600	5se 4sx25rep	500	
			1se carrera continua 10Km 1:10mn						
Intermedio	1	7. Est. de la espalda con elevación de tobillos	3se 18min 3Km	13	5se 6sx20rep	600	5se 6sx15rep	450	
			1se 24min 4Km						
	6	8. Est. de femorales sentado con apertura de piernas	1se 42min 7Km	18	2se 10sx12rep 3se 4sx30rep	720	2se 2sx65rep 3se 4sx30rep	620	
			1se 30min 5Km 1se 54min 9Km						
	12	10. Est. cuádriceps en tijera	2se 30min 5Km 1se carrera continua 60min 10Km	20	5se 6sex20rep	600	5se 2sx65rep	650	

Continúa tabla...

Programa	Sem	Calentamiento		Carrera continua 1Km a 7 min	Km/sem	Flexiones de codo	Repeticiones por Semana	Flexiones abdominal	Repeticiones por Semana	Método fitness
		Protocolo x 20 seg cada uno								
Avanzado	1		2se 15min 3Km 3se 20min 4Km	18	5se 6sx20rep	600	5se 6sx22rep	660	1. Sentadilla máquina 2. Press Hombro.	
		6	1. Est. del cuello lateral	14	2se 10sx14rep 3se 4sx32rep	664	2se 2sx75rep 3se 4sx36rep	732	3. Curl Biceps 4. Peso Muerto	
			3. Est. de hombro por adelante	31	5se 5sx28rep	700	5se 2sx75rep	750	5. Remo 6. Leg Curl 7. Superman de Rodillas	
	Ejercicio Movilidad Militar	1	4. Est. lateral de oblicuos	1se carrera continua 50min 10Km	3	1se marchas con equipo (4,5km/h) (12Kg)				8. Puentes Laterales 9. Tijera Avanzada 10. Abdominales y Oblicuos sobre balón
			5. Est. de bíceps		7	1se marchas con equipo (4,5km/h) (12Kg)				11. Puente Unipodal y Bipodal en balón 12. Orador dinámico
			6. Est de la espalda con flexión							
12	6	7. Est de la espalda con elevación de tobillos		10	1se marchas con equipo (4,5km/h) (12Kg)					
		8. Est de femorales sentado con apertura de piernas								
12	6	9. Est de femorales sentado bilateral		10	1se marchas con equipo (4,5km/h) (12Kg)					
		10. Est cuádriceps en tijera								

se: sets; s: series; rep: repeticiones; min: minutos; Kg: kilogramos; sem: semana; seg: segundos.

Fuente: elaboración propia con base en CICFI y la Directiva Permanente de Instrucción y Entrenamiento del Ejército Nacional 300-7 (2013 modificada en 2015).

reacción y agilidad, se contemplaron los objetivos de las pruebas físicas, actividades de campaña y cursos de alta exigencia física que los oficiales deben superar durante sus procesos de formación militar. Por ende, el entrenamiento incluyó carreras largas (5 km/<20 min y 12 km/<60 min) y cortas (100 m/<15 seg y 400 m/>1 min), marchas largas (8 km-10 km a velocidad de paso entre 5,5 km/h a 6,5 km/h); marchas con transporte de carga sobre la espalda (equipo de campaña) (entre 3,2 km a 12 km a velocidades entre 3,8 km/h a 5 km/h con cargas en progresión del 10 % - 12 % al 30 % del peso corporal, hasta un máximo de 30 kg y autocargas), marchas con transporte de carga en mano (30 m de recorrido con 30 kg a cada mano a máxima velocidad) (Knapik, 2012; Hendrickson, 2010). Para el Combat Fitness Military, se realizaron entrenamientos en *sprint* a intervalos, carreras de obstáculos con y sin carga, carreras en zigzag, carreras en arrastre; gateo y ejercicios de simulación de transporte de heridos.

La finalidad de adoptar este tipo de entrenamiento individualizado, secuencial y combinado es el aporte al desarrollo e incremento de la tasa de desarrollo de fuerza (TDZ), lo que mejora los procesos de explosividad, respuesta mecánica a la carga externa, coordinación neuromuscular y tolerancia a la fatiga (Knapik, 2012; Harris, 2000; Rosendal et al., 2003). La tabla 2 muestra tres días de entrenamiento del microciclo 4 del EFM.

**Tabla 2.** Tres días de entrenamiento del cuarto (4) microciclo del EFM (lunes, miércoles y viernes)

Lunes			
Ejercicio	Intensidad	Tiempo	
Movilidad articular, específico para trote, estiramiento leve		10 min	
*2000 m	141-154 l/min (latidos por min-frecuencia cardiaca)	15 min	
Miembros superiores e inferiores	Moderado	5-10 min	
Estiramientos leves			
Calentamiento específico con movimientos funcionales			
Burpees con salto sobre cajón	Auto carga 3 X 15		
**Caminata de granjero	30 m con 60 kg	20 min	
Press militar	45-35 lbs X 30		
Zancada con barra para caminar por encima de la cabeza	30 lbs x Fallo	10 min	

\* El ejercicio aeróbico se realiza en cinta rodante a una inclinación de 5° y una velocidad de trote según tolerancia  
 \*\* El cadete debe llevar en cada mano una carga de 30 kg a paso de caminata normal (3.5-4.5 km/h) hasta completar 50 pasos o un total de 30 m de distancia recorrida sin dejar caer la carga o descansar.  
 s: series; kg: kilogramos; rep: repeticiones; lbs: libras; m: metros

Continúa tabla...

Miércoles		
Ejercicio	Intensidad	Tiempo
Movilidad articular, específico para trote, estiramiento leve		10 min
*5 km a 5,5 km/h	*65 % VO2 max.	
Miembros Superiores	Moderado	10 min
Calentamiento específico para la fuerza		5-10 min
Power Cleans o Cargada	80-95 % RM 3 s x 5-7 rep	
Press Deck	80-95 % RM 3 s x 5-7 rep o peso que soporte levantar	
Frontal con Barra z	80-95 % RM 3 s x 5-7 rep o peso que soporte levantar	40 min
Lat-Pulldown (Jalon polea frontal)	24-30 kg-3 s x 7 rep o peso que soporte levantar	
Curl de Biceps	10 kg-3 s x 7-10 rep o peso que soporte levantar	
Curl de Tríceps	10 kg-3 s x 7-10 rep o peso que soporte levantar	
* El ejercicio aeróbico se realiza en pista atlética según parámetros de velocidad y distancia s: series; kg: kilogramos; rep: repeticiones		
Viernes		
Ejercicio	Intensidad	Tiempo
Movilidad articular, específico para trote, estiramiento leve		10 min
*12 km/h	154-170 l/min (latidos por minuto -frecuencia cardiaca)	
Miembros inferiores y tronco	Moderado	
Movilidad articular y flexibilidad		5-10 min
**Ejercicios de movilidad y flexibilidad extrema general		ROM Completo
**Movilidad pasiva y activa aductores		
**Movilidad pasiva y active cadena muscular posterior con apoyo espaldar	ROM Máximo y submáximo. 3 s x 10 rep	40 min
** Movilidad pasiva y active cadena muscular anterior decubito ventral	ROM Máximo y submáximo estático	30-45 seg
Miembros inferiores y tronco	Moderado	
*El ejercicio aeróbico se realiza con carga externa (equipo de campaña) con un peso externo de 10 kg en cinta rodante. Se inicia con velocidad de 3.5 km/h y se incrementa la velocidad a 1 km/h cada 2 min hasta completar el tiempo (20 min) o la máxima velocidad 12.5 km/h según tolerancia de cadete.		
** Los ejercicios de flexibilidad y movilidad articular se enfocaron en aumentar el ROM sin presencia de dolor o sensación de molestia muscular y articular.		
s: series; kg: kilogramos; rep: repeticiones; lbs: libras; m: metros; ROM: rango de movimilidad articular; seg: segundos.		

Fuente: elaboración propia

## Análisis estadístico

Todos los datos obtenidos fueron procesados mediante el R 4.0, incluyendo datos estadísticos descriptivos para cada una de las variables de composición corporal, fisiológicas y biomecánicas. Previo al estudio intragrupo e intergrupo, se realizó el análisis de cada una de las variables para comprobar características de normalidad y homogeneidad de varianzas. En el primer caso, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, que suele ser más sensible dado el limitado tamaño de la muestra, mientras que la prueba de Levene se utilizó para evaluar la homogeneidad de la varianza.

Se establecieron dos niveles de análisis: intragrupo e intergrupo. A nivel intragrupo se contrastaron los momentos M1 y M2 del programa de entrenamiento ESMIC; por otro lado, se compararon los momentos M3 y M4 del programa de entrenamiento EFM. A nivel intergrupar, también se compararon los momentos M2 del programa ESMIC y los momentos M4 del programa AFM. Para identificar la distribución normal de los datos entre los grupos se aplicó la prueba T-Student, para variables con pruebas de Shapiro-Wilk no significativas, mientras que para variables con pruebas de Shapiro-Wilk significativas se utilizó la prueba de Wicolxon. La significación estadística se fijó en  $p < 0,05$  y un intervalo de confianza del 95 %.

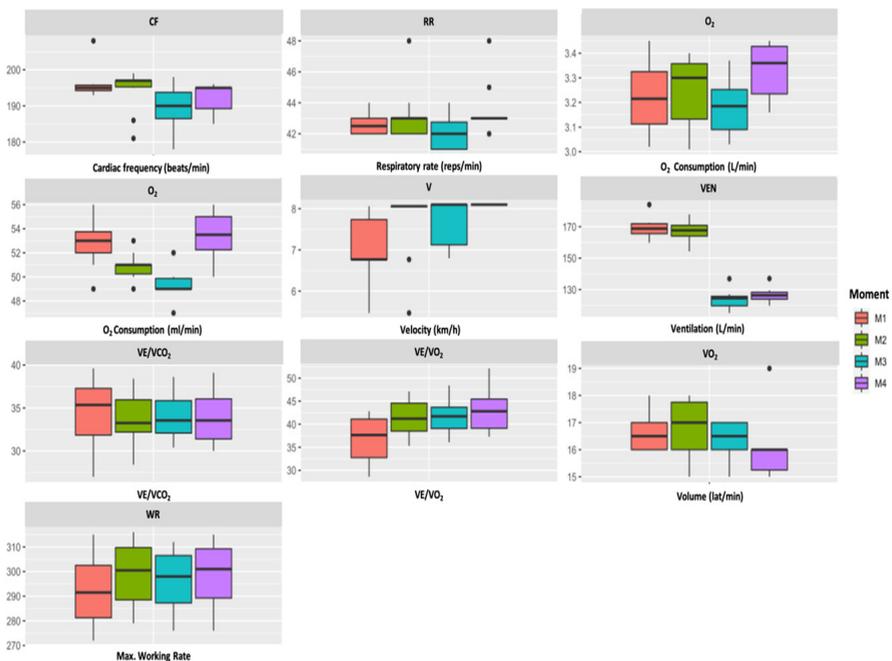
### Consideraciones éticas

El estudio fue avalado por el Comité de Ética de Investigaciones en Ciencias Sociales y Exactas CECSE de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova” en Bogotá (Acta de aprobación 5139 Reg. al Folio 154) y corresponde a una “investigación con riesgo mínimo según el Numeral b, del Artículo 11 de la Resolución N.º 008430 de 1993 del Ministerio de Salud” [MinSalud], 1993, p. 3).

### Resultados

En cuanto a la composición corporal, aunque no se identificaron diferencias significativas intragrupo, para el porcentaje de grasa (%GC) se observó un aumento en los valores obtenidos para ESMIC (8,17 % a 8,98 %) y una disminución para EFM (9,91 % a 8,01 %). En relación con el porcentaje de masa muscular (% MM) mostró cambios una disminución para ESMIC (31,18 % a 29,39 %) y un aumento para EFM (29,98 % a 31,97 %). En cambio, en el análisis intergrupos (ESMIC-EFM) se encontraron diferencias significativas, tanto para el porcentaje de grasa (%GC,  $p=0,02$ ) como para el porcentaje de masa muscular (% MM,  $p=0,02$ ). En el primer caso, el porcentaje de grasa mostró una disminución del 8,98 % (ESMIC) al 8,01 % (EFM), mientras que el porcentaje de masa muscular aumentó del 29,98 % (ESMIC) al 31,97 % (EFM). Por lo tanto, esto puede constituir un mayor efecto del programa EFM en la composición corporal.

Por otro lado, a las variables fisiológicas, se hallaron algunas diferencias significativas a nivel intragrupo (consumo de oxígeno y ventilación), pero especialmente a nivel intergrupo (frecuencia cardiaca, consumo de oxígeno, ventilación y velocidad) (Figura 2). Para la frecuencia cardiaca, se encontró una diferencia ( $p=0,03$ ) entre los valores descritos para ESMIC (194,3 lat/min) y los valores para EFM (192,4 lat/min). De igual forma, la comparación de los promedios de consumo de oxígeno mostró una diferencia significativa ( $p=0,00$ ) entre ESMIC (50,90 ml/kg/min) y EFM (53,50 ml/kg/min), lo que puede estar relacionado con la variable de ventilación donde la diferencia ( $p=0,00$ ) fue evidente entre ESMIC (166,75 L/min) y EFM (126,59 L/min). Esto indica que EFM produjo mejoras en los parámetros ventilatorios en comparación con ESMIC. Además, la variable velocidad resultó significativa ( $p=0,00$ ) al comparar ESMIC (7,67 km/h) y EFM (8,10 km/h).

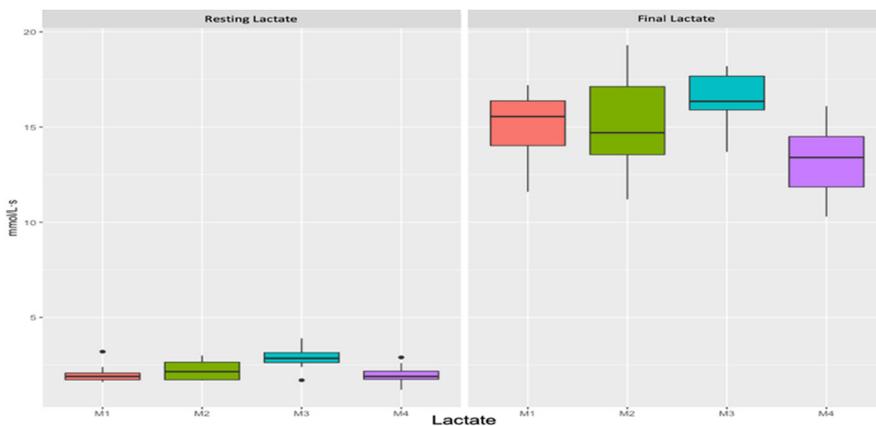


**Figura 2.** Análisis intragrupo según la comparación de las variables fisiológicas para ESMIC (G1 y G2 al final del M1; G1 y G2 al final del M2) vs EFM (G1 y G2 al final del M3; G1 y G2 al final del M4)

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta las variables bioquímicas, el lactato en reposo a nivel intragrupo mostró significación estadística ( $p < 0,00$ ) para EFM, así como una clara disminución de sus valores (2,86 mmol/L.s a 1,99 mmol/L.s). En el caso de ESMIC no se encontró significación estadística, aunque es posible observar un incremento en sus valores (2.03 mmol/L. sa 2.22 mmol/s). Un caso similar ocurrió con el lactato final, cuyos valores descendieron desde 15,10 mmol/L. s a 13,19 mmol/L.s, con un valor de  $p < 0,08$ . Un hallazgo similar se presenta con el lactato final, ya que para ESMIC sus valores promedio disminuyeron (15.17 mmol/Ls a 15.10 mmol/Ls) pero sin significancia estadística, en comparación con EFM donde hubo una disminución en el promedio (16.54 mmol/Ls a 13.19 mmol/Ls) que se presenta en la Figura 3. Comparación de lactato de reposo y final en este caso diferencias significativas ( $p < 0.00$ ).

De los resultados anteriores, se puede deducir que el lactato en reposo y el lactato final parecen mostrar un mejor aclaramiento bajo la intervención de EFM en comparación con ESMIC.



**Figura 3.** Análisis intragrupo según la comparación del lactato en reposo y el lactato final

Fuente: elaboración propia.

El análisis de los resultados obtenidos relacionados con la evaluación de la potencia anaeróbica mediante el test de Bosco parece indicar algunas

diferencias significativas en las variables de los saltos SJ, DJ y Abalakov, pero no en el CMJ. Para el Squat Jump (SJ), el análisis intragrupo no mostró cambios significativos con ESMIC en ninguna variable con o sin carga, mientras que el EFM mostró cambios significativos en la velocidad máxima concéntrica (m/s) en el M1 (2,22 m/s) y M2 (2,35 m/s) sin carga con un p-valor de  $p=0,05$ ; tiempo de vuelo (ms) en M1 (430,3 ms) y M2 (468,5 ms) sin carga con un p-valor de  $p=0,00$ ; altura de salto (cm) en M1 (22,7 cm) y M2 (27,02 cm) sin carga con un valor  $p=0,00$ ; pico de potencia (W) en M1 (503,3 W) y M2 (1222,7 W) sin carga con un valor de  $p=0,00$  y en M1 (776,5 W) y M2 (1267,6) con carga con un valor de  $p=0,01$ ; tiempo de contracción (ms) en M1 (420,1 ms) y M2 (500,9 ms) sin carga con un valor  $p=0,02$  y en M1 (455,0 ms) y M2 (547,1 ms) con carga con un valor de  $p=0,01$ .

Así, se puede deducir que la velocidad máxima concéntrica, el tiempo de vuelo y la altura de salto mejoraron con el EFM, lo que indica que los cadetes aumentaron los valores de fuerza explosiva máxima concéntrica de los músculos cuádriceps y redujeron el tiempo de contracción (ms), es decir, mayores niveles de fuerza manifestados en cortos periodos de tiempo (relación fuerza-tiempo) y, por lo tanto, mejores niveles de fuerza explosiva. En cuanto al tiempo de vuelo, se sitúa por encima del percentil 75 (Centeno-Prada et al., 2015) y los valores de altura superan los 20 cm, siendo predictor de buen rendimiento según la especialidad deportiva, incluso con cargas externas. Por otro lado, la potencia pico también incrementó sus valores con la intervención del EFM, sin embargo, se encuentran por debajo de los valores de referencia de potencia pico en personas físicamente activas ( $3262 \pm 626$  W) (Harman et al., 2008) y atletas universitarios de voleibol ( $300 \pm 150$  W) (Krzysztof et al., 2008) lo que indica que si bien los cadetes alcanzaron valores de altura adecuados, aún necesitan mejorar la fuerza en la musculatura de los miembros inferiores y la velocidad de ejecución de los movimientos durante la realización de ejercicios dinámicos con y sin carga externa.

En el análisis intergrupo, hubo diferencias significativas en la velocidad máxima concéntrica con carga para ESMIC (1,98 m/s) y EFM (2,11 m/s) con un valor de  $p$  de 0,04; y en la máxima potencia con carga para ESMIC (30,10

W/kg) y EFM (33,22 W/kg) con un p-valor de 0,04. Esto indica que EFM mejoró la capacidad de reclutamiento instantáneo y sincronización de los músculos de las extremidades inferiores, lo que finalmente se tradujo en una mayor eficiencia del componente muscular. Para el CMJ y Abalakov no se encontraron diferencias significativas para ninguna de las variables o momentos de la intervención intragrupo e intergrupo.

Para el Drop Jump, el análisis intragrupo no evidenció cambios significativos con la ESMIC en ninguna de las variables sin y con carga, mientras que la EFM mostró cambios significativos en la velocidad concéntrica máxima (m/s) en M3 (2,17 m/s) y M4 (2,06 m/s) con carga con un valor de  $p=0,03$ ; tiempo de vuelo (ms) en M3 (402,1 ms) y M4 (380,6 ms) sin carga con un valor de  $p=0,05$ ; altura de salto (cm) en M3 (17,8 cm) y M4 (20,9 cm) con carga con un valor de  $p=0,04$ . En este sentido, los cadetes mejoraron los valores de las fases de propulsión concéntrica y absorción excéntrica medidas con las variables de velocidad máxima concéntrica, tiempo de vuelo y altura de salto, que son determinantes de la manifestación del reflejo elástico-explosivo de la fuerza bajo la intervención de la EFM.

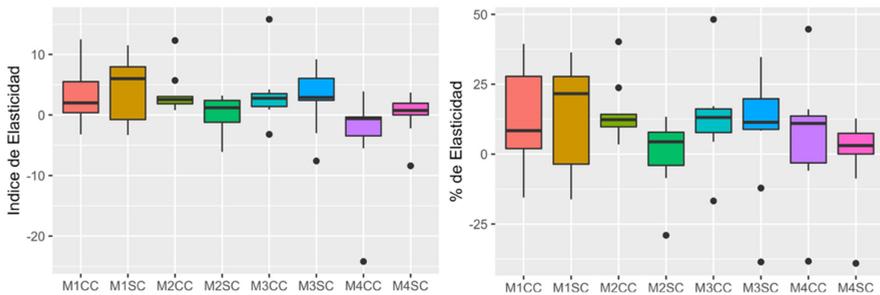
Del mismo modo, los aumentos en la altura de salto superiores a 2,6 cm durante periodos cortos de entrenamiento reflejan mejoras considerables en este componente: EFM M3 (17,8 cm) y M4 (20,9 cm)  $p=0,04$ . Sin embargo, a pesar de las ganancias obtenidas, los cadetes están por debajo de la media de los atletas: atletismo 39,6 cm y gimnasta 30,5 cm.

Sin embargo, para el análisis intergrupo el estudio presentó diferencias significativas en la velocidad concéntrica máxima con carga para ESMIC M2 (2,06 m/s) y EFM M4 (2,21 m/s) con un valor de  $p=0,01$ ; tiempo de vuelo con carga para ESMIC M2 (380,6 ms) y EFM M4 (409,4 ms) con  $p$ -valor=0,02; altura de vuelo con carga para ESMIC M2 (17,8 cm) y EFM M4 (20,6 cm) con un valor de  $p=0,02$ . Esto indica que el entrenamiento pliométrico utilizado en el EFM produjo cambios significativos en los determinantes del DJ, pero insuficientes para mejorar la capacidad refleja y de rebote necesaria para el desarrollo óptimo de la explosividad, velocidad y potencia.

Finalmente, el análisis intragrupo e intergrupo del índice de elasticidad (IE) y el porcentaje de utilización de energía elástica (%E), a una angulación de flexión de rodilla de 90°, calculados a partir de la ecuación de capa-

cidad elástica del test de Bosco (Bosco C., 1998) y de la prueba de Kruskal-Wallis, se observó que la ESMIC no tuvo un cambio significativo en la IE en la posintervención con y sin carga. (M2 sin carga: 0,29; M2 con carga: 3,51) y tampoco para % EI (M2 sin carga: 0,38; M2 con carga: 14,8), mientras que, en el EFM, la IE tuvo cambios significativos para todos los momentos posintervención (M2 sin carga: 0,06 con un valor de  $p = 0,03$  y M2 con carga: -3,29 con un valor de  $p = 0,00$ ) y cambios significativos para % EI en M2 sin carga: -0,51 con un valor de  $p = 0,04$ . Esto indica que el EFM tuvo mejores valores de altura en el CMJ en todos los casos, dando como resultado una mejor reutilización de la energía elástica y una mayor fuerza concéntrica precedida por una actividad excéntrica de las extremidades inferiores.

En el análisis intergrupo posintervención, solo el M2 y M4 con carga, mostraron cambios relevantes en el IE: ESMIC M2 con carga (3,51) y EFM M4 con carga (-3,29) con un valor de  $p < 0,00$ . Caso contrario ocurrió con el %IE con valores en ESMIC M2 con carga (14,81 %) y EFM con carga (6,35 %) pero sin cambios significativos (Figura 4). Sin embargo, los cadetes superaron el 6 % del %IE, considerado adecuado para una buena relación entre el CMJ y el SJ con carga externa. En este sentido, se puede afirmar que las intervenciones ESMIC y EFM afectaron positivamente la capacidad extensora en los músculos del tren inferior y mejoraron la eficiencia mecánica en la ejecución del salto, pero estas mejoras continúan siendo ineficientes y más en los casos en que no existe transporte de carga externa.



**Figura 4.** Comparación del índice de elasticidad y porcentaje de elasticidad

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

El personal de las Fuerzas Armadas debe responder con eficacia a las actividades militares físicamente exigentes, que requieren un entrenamiento físico que, en algunos casos, debe superar las condiciones y capacidades físicas de muchos atletas (Adler et al., 2015). Las instituciones militares de todo el mundo han propuesto programas de entrenamiento físico enfocados en maximizar la fuerza muscular, la potencia y las capacidades de resistencia aeróbica (Campos et al., 2010; Tovar & Bermúdez, 2015). Sin embargo, muchos de estos planes carecen de un proceso de seguimiento, evaluación y control para determinar si sus efectos están alineados con los objetivos de las instituciones militares. Con relación a lo anterior, este estudio evaluó los efectos de dos programas de entrenamiento físico (ESMIC y EFM) sobre la composición corporal, parámetros fisiológicos y mecánicos en militares en formación, con un tiempo de intervención de 12 semanas para cada uno.

Los hallazgos mostraron que la intervención de EFM fue más efectiva para disminuir el % GC y aumentar el % MM con una significancia de  $p=0,02$ . Resultados similares se encontraron en Brasil tanto en militares (23,1±7,6 años) como en reclutas de la fuerza aérea brasileña, los primeros que participaron en un programa estructurado de 14 semanas, cuyo efecto fue una disminución promedio de 2 puntos porcentuales en el porcentaje de grasa (Da Rosa et al., 2015); y los segundos redujeron su tejido adiposo en 2,4 puntos porcentuales tras un plan de entrenamiento físico militar individualizado de doce semanas. Ahora bien, con respecto al porcentaje de masa muscular, el EFM mostró un aumento significativo en comparación con el ESMIC, nuevamente, estos valores son similares a los evidenciados en otros estudios, con intervenciones similares (Khali et al., 2014; Drain et al., 2015).

Es importante señalar que algunos estudios han manifestado mayores cambios en la composición corporal que los encontrados en la presente investigación. Una de las razones de estas mejoras radica en la duración de la intervención, que llegó a las 12 semanas. Se presume que cuanto mayor es el tiempo de exposición a los factores fisiológicos de la carga, más se favorecen los procesos de lipólisis y, por lo tanto, se activan más mecanismos de hipertrofia muscular, gracias a la mayor cantidad de ejercicios de fuerza,

potencia y carga anaeróbica, todo ello asumiendo que no hay cambios en la ingesta calórica (Wood & Wong, 2009).

Además, esta investigación demostró que, en una población de cadetes del Ejército, el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>max) mejoró en respuesta a un programa de entrenamiento EFM individualizado, alcanzando valores adecuados del VO<sub>2</sub>max de 53,50 ml/kg/min después de 12 semanas.

Sin embargo, los resultados de la investigación fueron inferiores a los encontrados por Sperlich et al. (2011) en un grupo de élite de las fuerzas especiales alemán, luego de un programa de entrenamiento físico, cuya carga de entrenamiento se asumió en relación con las exigencias físicas de la misión militar (60-100 % VO<sub>2</sub>max) con valores de VO<sub>2</sub>max de 57,4 ml/kg/min. De manera similar, el entrenamiento físico estandarizado (SPT) y el entrenamiento basado en el peso (WBT) del Ejército lograron mayores aumentos del 10 % al 13 % en los voluntarios que completaron carreras de 12 km por semana y mejoras del 9,3 % en el VO<sub>2</sub>max que aquellos que entrenaron de 10 a 40 minutos. min al 80 %-90 % de la frecuencia cardiaca máxima (FCmax) (31). Otros estudios han mostrado valores de VO<sub>2</sub>max cercanos a 42,86 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> para cadetes en entrenamiento y 44,27 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> para reclutas brasileños (26,30), probablemente asociados a un mayor énfasis en el entrenamiento cardiovascular. cómo se evidencia en el SPT y WBT que en las intervenciones ESMIC y EFM.

Con relación a las demás variables de ventilación, se demostró que la EFM tuvo cambios significativos en las variables de frecuencia cardiaca (p=0,03), aumento de la frecuencia respiratoria (42,10 a 43,50 res/min; p=0,04) y aumento de la VE (123,8 a 126,5 L/min; p=0,00), lo que significa que los cadetes mejorarán los procesos de adaptación durante el esfuerzo, aunque el ritmo de trabajo aumentará (7,71 a 8,1 km/h; p=0,00). Ciertamente sugiere que los cadetes aumentaron el volumen corriente, por la mayor fuerza de los músculos accesorios de la respiración y, por lo tanto, se logró una mayor eficiencia sobre los músculos esqueléticos para reducir la demanda ventilatoria al disminuir la estimulación de los receptores metabólicos y mecánicos durante el máximo esfuerzo.

Por lo tanto, puede explicarse en respuesta al entrenamiento combinado de las categorías de fuerza/velocidad y resistencia aeróbica de EFM, algo

previamente documentado al estudiar la función pulmonar en individuos altamente entrenados en fuerza (Hackett et al., 2013). Ahora, con relación a la respuesta del lactato en condiciones de máximo esfuerzo, se observó que el momento de intervención inicial (M1) y el momento de lavado (M3) alcanzaron los valores más altos (15.17 y 16.55 mmol/(Ls), mientras que el resultado pos-EFM o momento de intervención (M4) fue de 13,19 mmol/(Ls) (12,1 % menos con respecto al lavado) y el resultado pos-ESMIC o momento de intervención (M2) fue 15,10 (6,1 % menos con respecto al lavado). En comparación con estudios similares, los valores de lactato oscilaron entre 6,9 a 12,6 mmol/(Ls) en esfuerzos entre 55 % - 84 % del VO<sub>2</sub>max (Mor et al., 2018) y de  $9,3 \pm 1,9$  mmol/(Ls) en ejercicios donde se alcanzaron frecuencias cardíacas máximas de  $190 \pm 7$  latidos por minuto (Sperlich et al., 2011).

De ahí se deduce que los cadetes alcanzaron valores similares a los estudios anteriormente mencionados. Sin embargo, se han encontrado mejores valores de lactato con una significancia de  $p < 0.001$  durante las pruebas incrementales de VO<sub>2</sub>max en los militares del US Army que llevan entre 1 a 5 años de servicio que aquellos con 6 a 10 años (Abt et al., 2016). Igualmente, se podría indicar que los umbrales de lactato pueden variar ampliamente dependiendo de la situación de esfuerzo y adaptación de cada recluta a los programas de preparación física (Coyle, 1995; Faude et al., 2009). Se debe tener en cuenta que el lactato plasmático durante el esfuerzo físico corresponde a la producción menos el aclaramiento (Macedo et al., 2009), por lo tanto, los valores de lactato hallados en este estudio son posibles, probablemente debido a la adaptación generada por la intervención del EFM que incluyó un mayor número de músculos durante el entrenamiento, contribuyendo al hecho de que el entrenamiento de fuerza también favorece las adaptaciones generadas por el entrenamiento aeróbico (Hackett et al., 2013; Feito et al., 2018; Schuman et al., 2015). De forma adicional, el entrenamiento combinado de resistencia-fuerza/velocidad aplicada en el EFM contribuyó a la mejora de la explosividad, la coordinación neuromuscular y mayor tolerancia a la fatiga (Harris et al., 2000) y a la mayor economía de esfuerzo que es un aspecto fundamental en el entrenamiento militar (Savage et al., 2012).

Sin lugar a duda, “plataforma de fuerza es el método más preciso para medir la potencia mecánica de los test de salto” (Lara et al., 2004), siendo el test de Bosco, una forma rápida de evaluar la potencia anaeróbica y las adaptaciones neuromusculares relacionadas con la fuerza explosiva (Claudino et al., 2017) y la velocidad en deportistas, proporcionando una retroalimentación inmediata de las características clave del rendimiento tales como la altura del salto, la fuerza y la potencia pico.

Los resultados de este estudio mostraron mejoras significativas en SJ y DJ con carga externa en análisis intragrupo e intergrupo, específicamente, en los determinantes de manifestación de fuerza, la explosividad y la velocidad. En este sentido, el SJ evidencio cambios significativos hacia el aumento y mejora de las variables de forma aislada, tal como la velocidad máxima de contracción, tiempo de vuelo y altura de salto, lo que, en otras palabras, permite mejorar la capacidad de reclutamiento instantáneo para la contracción concéntrica y mayor sincronización de los músculos de los miembros inferiores, mediante la intervención del EFM, lo que finalmente conlleva a una mejor manifestación de la fuerza explosiva. Otros estudios, expusieron comportamientos similares en las variables SJ, con entrenamientos pliométricos de 7 semanas (Adler et al., 2015). Asimismo, estudios enfocados en prescribir entrenamiento con cargas óptimas y determinar el promedio de fuerza del salto en deportistas (Saavedra et al., 2017) han demostrado mejoras en variables aisladas del SJ, tal como el pico de potencia máxima (Nacleiro, 2008), velocidad máxima concéntrica, fuerza máxima relativa (Wong & Wong, 2009; Chamari et al., 2004) y altura máxima (Saavedra et al., 2017). En el caso de DJ, este análisis presentó mejoras en las variables de salto en altura con carga externa (15 kg) bajo la intervención del EFM. Dichos cambios significativos influyen de manera positiva en los determinantes del salto DJ como el tiempo de contacto y el componente relativo de fuerza durante las fases de absorción y propulsión (excéntrica-concéntrica) del salto (Pedley et al., 2017; Krzystof et al., 2021), lo que se traduce en una mayor estimulación del componente de fuerza, para desarrollar mayores niveles de fuerza a una mayor velocidad de contracción y mayor eficiencia en movimientos deportivos que dependen más de la rapidez y de la precisión, necesarios para la ejecución de maniobras y tareas físico-militares

que se exigen durante los procesos de formación militar y de combate. Sin embargo, al comparar los resultados con otros estudios, se observa cambios significativos en los determinantes del DJ que, de manera aislada, continúan siendo insuficientes para lograr un mayor rendimiento físico en los cadetes. Por lo tanto, se ratifica la necesidad de realizar investigaciones que permitan la comparación de los diferentes métodos de entrenamiento que influyan en el componente de rigidez vertical y, en consecuencia, en la fuerza promedio durante la fase de absorción del DJ y así determinar el impacto sobre la capacidad reflejo-elástico-explosivo y de rebote (Moir et al., 2018) necesaria para el desarrollo de los movimientos de maniobras de esfuerzo físico militar.

Respecto del índice de elasticidad, considerada una variable de extrema relevancia en aquellos deportes donde la explosividad es el factor condicionante del alto rendimiento, en este estudio se dedujo que bajo la intervención de la EFM, los cadetes mejoraron su capacidad viscoelástica, lo que se traduce en cortos periodos de tiempo en la transición de la fase excéntrica a la concéntrica durante un salto vertical, reflejando mayor eficiencia en la reutilización de la energía elástica y mejor ejecución de desplazamiento con máxima aceleración y velocidad que requieren un esfuerzo exigente, incluso en situaciones de transporte de carga. Esto se correlaciona con Bazo et al. (2021); Brazo-Sayavera et al. (2021) y Drain et al. (2015), quienes argumentan que valores cercanos al 6 % significan la posibilidad de continuar mejorando la fase excéntrica gracias a la máxima utilización de la energía acumulada.

## Conclusiones

El personal militar requiere de un entrenamiento físico acorde con las necesidades del campo de batalla, un entrenamiento basado en los principios de planificación y programación del entrenamiento. Sin embargo, el EFM no demostró ser más eficiente que el entrenamiento militar convencional basado en ejercicios de resistencia y fuerza muscular (ESMIC) para aumentar la capacidad aeróbica, y tampoco en la mejora de la fuerza explosiva. A pesar de esto, es posible que la EFM favorezca adaptaciones fisiológicas como la capacidad de depuración de lactato y la disminución del porcentaje

de grasa, lo que podría estar asociado a una mejor composición corporal. Además, se deduce que maximizar las cargas en la categoría fuerza/velocidad del EFM podría conducir a mejoras en la respuesta de velocidad pico, potencia pico y tiempos de contracción muscular, lo que favorece la rapidez en movimientos deportivos y en tareas militares, adecuación en el manejo de transporte de carga externa, mayor economía en los movimientos, y sugiere una disminución en el gasto energético para el menor esfuerzo posible y prevención de lesiones musculoesqueléticas.

Puesto que una limitación importante del estudio fue la población, es valioso aludir que, durante el tiempo del proceso investigativo, los cadetes enfrentaron 4 momentos de evaluación, 2 periodos de intervención y 1 periodo de lavado, para obtener los datos que permitieran comparar dos tipos de programas de ejercicio físico sobre variables fisiológicas, mecánicas y de composición corporal. En ese marco, se realizó un total de 72 pruebas de ejercicio y aproximadamente 2.304 saltos para una muestra inicial de 28 cadetes, de los cuales solo 20 de ellos completaron todas las etapas de la investigación.

Así, tanto el grupo evaluador como el grupo evaluado identificaron las situaciones que dificultaron la recolección de los datos y la pérdida de los 8 cadetes durante la investigación: retiro de la institución, comisión, lesión o actividades de carácter militar. En este aspecto, se evidencia la necesidad de continuar con estudios metodológicos de este tipo de alcances, que permitan la evaluación periódica de la condición física integral del cadete, mediante entrenamientos estructurados y planificados como el EFM y que proporcione mejores adaptaciones fisiológicas y mecánicas al militar en formación e, igualmente, implementar estrategias que puedan minimizar algunas de las dificultades descritas.

## Referencias

- Abt, J.P., Perlsweig, K., & Nagai, T. (2016). Effects of Age and Military Service on Strength and Physiological Characteristics of U.S. Army Soldiers. *Mil Med*, 181(2), 173-179.
- Adler, A.B., Bliese, P.D., & Pickering, M.A. (2015). Mental skills training with basic combat training soldiers: A group-randomized trial. *J Appl Psychol*, 100(6),1752-1764.
- Aniotz, A.F., Ramírez, S.A., & Guzmán R. (2015). Efecto de un programa de entrenamiento pliométrico sobre la biomecánica de salto en mujeres voleibolistas juveniles. *Cienc Act Física UCM*, 16(1), 37-44.

- Bazán, N.E., Bruzzese, M.F., & Laiño, F.A. (2016). Evaluación de la capacidad de salto y estado ponderal en estudiantes de danza clásica de la escuela del Teatro Colón en Buenos Aires. *Apunts Sports Med*, 51(190), 56-62.
- Beltz, N.M., Gibson, A.L., & Janot, J.M. (2016). Graded Exercise Testing Protocols for the Determination of VO<sub>2</sub>max: Historical Perspectives, Progress, and Future Considerations. *J Sports Med*, 3968393. DOI: 10.1155/2016/3968393.
- Bosco, C. (1998). *La valoración de la fuerza con el Test de Bosco*. Colección Deporte y Entrenamiento. Ed. Paidotribo.
- Brazo-Sayavera, J., Nikolaidis, P.T., & Camacho-Cardenosa, A. (2021). Acute Effects of Block Jumps in Female Volleyball Players: The Role of Performance Level. *Sports*, 5(2), 30.
- Burleigh, A.L., Horak, F.B., & Malouin, F. (1994). Modification of postural responses and step initiation: evidence for goal-directed postural interactions. *J Neurophysiol*, 72(6), 2892-2902.
- Campos, L., Campos, F., & Bezerra, T. (2010). Effects of 12 Weeks of Physical Training on Body Composition and Physical Fitness in Military Recruits. *Int J Exerc*, 10(4), 560-567.
- Centeno-Prada, R., López, C., & Naranjo Orellana J. (2015). Jump percentile: A proposal for evaluation of high-level sportsmen. *J Sports Med Phys Fitness*. 55, 464-470.
- Chamari, K., Hachana, Y., & Ahmed, Y.B. (2004). Field and laboratory testing in young elite soccer players. *Br J Sports Med*, 38(2), 191-196.
- Claudino, J.G., Cronin, J., Mezêncio, B. et al. (2017). The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *J Sci Med Sport*, 20(4), 397-402.
- Coyle, E.F. (1995). Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. *Exerc Sport Sci Rev*. 23:25-63.
- Da Rosa, S., Martínez, E., Marson, R., et al. (2018). Military physical training, muscular strength, and body composition of Brazilian military personnel. *Rev Bras Med Esporte*. 24,153-156.
- Drain, J., Sampson, J., Billing, D. et al. (2015). The Effectiveness of Basic Military Training to Improve Functional Lifting Strength in New Recruits. *J Strength Cond Res Natl strength Cond Assoc*. 29(11), 173-177.
- Esculier, J.F., Roy, J.S., & Bouyer, L.J. (2015). Lower limb control and strength in runners with and without patellofemoral pain syndrome. *Gait Posture*, 41(3), 813-819.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Med Auckl NZ*, 39(6), 469-490.
- Feito, Y., Heinrich, K.M., Butcher, S.J. et al. (2018). High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports*, 6(3), 76.
- Hackett, D.A., Johnson, N., & Chow, C. (2013). Respiratory muscle adaptations: a comparison between bodybuilders and endurance athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, 53(2), 139-145.

- Harman, E.A., Gutekunst, D.J., Frykman, P.N. et al. (2008). Effects of two different eight-week training programs on military physical performance. *J Strength Cond Res*, 22(2), 524-534.
- Harris, G., Stone, M., O'bryant, H. et al. (2000). Short-Term Performance Effects of High Power, High Force, or Combined Weight-Training Methods. *J Strength Cond Res*. 14(1), 14-20.
- Hendrickson, N.R., Sharp, M.A., Alemany, J.A., et al. (2010). Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *Eur J Appl Physiol*, 109(6), 1197-1208.
- Khalil, S.F., Mohktar, M.S., & Ibrahim, F. (2014). The theory and fundamentals of bioimpedance analysis in clinical status monitoring and diagnosis of diseases. *Sensors*, 14(6), 10895-10928.
- Knapik, J.J., Harman, E.A., Steelman, R.A., et al. (2012). A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. *J Strength Cond Res*, 26(2), 585-597.
- Knapik, J.J., Wright, J.E., Kowal, D.M., et al. (1980). The Influence of US Army Basic Initial Training on the Muscular Strength of Men and Women. *Aviat Space Environ Med*, 51(10), 1086-1090.
- Krzysztof, M., Synówka, A., Ćorluka, M., et al. (2021). Impact of plyometric training on the power of lower limbs in moderately advanced female volleyball players. *Acta Kinesiol*, 5-12
- Lara Sánchez, A., Abián-Vicén, J., Alegre, L., et al. (2004). Test de salto con plataforma de fuerzas en voleibol femenino. *Rev Entren Deport*, 18, 12-16.
- Larsen, M.N., Krstrup, P., Araújo, S.C., et al. (2021). Accuracy and reliability of the InBody 270 multi-frequency body composition analyser in 10-12-year-old children. *PLoS ONE*, 26, 16(3), e0247362. DOI: 10.1371/journal.pone.0247362
- Looney, D.P., Santee, W.R., Karis, A.J., et al. (2018). Metabolic Costs of Military Load Carriage over Complex Terrain. *Mil Med*, 183(9-10), 357-362.
- Macedo, D.V., Lazarim, F.L., Catanho da Silva FO, et al. (2009). Is lactate production related to muscular fatigue? A pedagogical proposition using empirical facts. *Adv Physiol Educ*, 33(4), 302-307.
- Melanson, E.L., Freedson, P.S., & Jungbluth, S. (1996). Changes in VO<sub>2</sub>max and maximal treadmill time after 9 wk of running or in-line skate training. *Med Sci Sports Exerc*, 28(11), 1422-1426.
- Moir, G.L., Snyder, B.W., Connaboy, C., et al. (2018). Using Drop Jumps and Jump Squats to Assess Eccentric and Concentric Force-Velocity Characteristics. *Sports Basel switz*. 6(4),125.
- Naclerio, F. (2008). *Variables a considerar para programar y controlar las sesiones de entrenamiento de fuerza*. PubliCE Prem.
- Pedley, J., Lloyd, R., Read, P., et al. (2017). Drop Jump: A Technical Model for Scientific Application. *Strength Cond J*, 39(5),1.

- Pinillos, C., Jiménez, L., & Buitrago, P. (2016). Lesiones derivadas del entrenamiento militar en los cadetes de 6° nivel de la Escuela Militar José María Córdova. *Mov Científico*, 10(1),19-28.
- Saavedra, H., Ormazábal, V., Mancilla, R., et al. (2017). Fuerza de salto vertical en jugadores de voleibol varones de distinto nivel competitivo vertical jump force in the volleyball players according to the level. *Rev Horiz Cienc Act Física*, 8,1-9.
- Savage, R.J., Best, S.A., Carstairs, G.L, et al. (2012). The relationship between maximal lifting capacity and maximum acceptable lift in strength-based soldiering tasks. *J Strength Cond Res*, 2, 23-29.
- Showman, N., & Henson, P. (2015). Protocolos del entrenamiento de apresto físico del ejército de EUA. *Military Review*, 70(1), 44-57.
- Schumann, M., Yli-Peltola, K., Abbiss, C.R., et al. (2015). Cardiorespiratory Adaptations during Concurrent Aerobic and Strength Training in Men and Women. *PLoS One*, 10(9), e0139279.
- Soule, R.G., Pandolf, K.B., & Goldman, R.F. (1978). Energy expenditure of heavy load carriage. *Ergonomics*, 21(5), 373-381.
- Sperlich, B., Krueger, M., Zinner, C., et al. (2011). Oxygen uptake, velocity at lactate threshold, and running economy in elite special forces. *Mil Med*. 176(2), 218-221, DOI: 10.7205/milmed-d-10-00234.
- Teixeira, C.S., & Pereira, É.F. (2010). Aptitud física, edad y estado nutricional en militares. *Arq Bras Cardiol*, 94, 438-443.
- Toubekis, A., Tsami, A., Smilios, I., et al. (2011). Training-Induced Changes on Blood Lactate Profile and Critical Velocity in Young Swimmers. *J Strength Cond Res Natl strength Cond Assoc*, 25, 1563-1570.
- Tovar, S., & Bermúdez, N. (2015). Relación entre la composición corporal y el rendimiento físico en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdova. *Rev Científica Gen. José María Córdova*, 13(15), 257-270.
- Wang, H., Kia, M., & Dickin, D.C. (2019). Influences of load carriage and physical activity history on tibia bone strain. *J Sport Health Sci*. 8(5),478-485.
- Wood, P.S., Grant, C.C., Du Toit, P.J., & Fletcher, L. (2017). Effect of Mixed Basic Military Training on the Physical Fitness of Male and Female Soldiers. *Mil Med*, 182(7), 1771-1779.
- Wong, D.P., & Wong, S.H.S. (2009). Physiological profile of Asian elite youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 23(5), 1383-1390.