



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Relación entre la composición corporal y los hábitos de alimentación sobre el rendimiento neuromuscular del tren inferior en cadetes ingresantes a la Escuela Militar José María Córdova

Jennifer Tatiana Mappe Rojas

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina

Departamento de Movimiento Corporal Humano

Bogotá, Colombia

2023

Relación entre la composición corporal y los hábitos de alimentación sobre el rendimiento neuromuscular del tren inferior en cadetes ingresantes a la Escuela Militar José María Córdova

ND Jennifer Tatiana Mappe Rojas

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física

Director:

MSc -FT. Rodrigo Esteban Argothy Bucheli

Codirector:

PhD- Camilo Ernesto Povea Combariza

Asesora:

MSc-ND. Dayssy Yineth Díaz Betancourt

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina
Departamento de Movimiento Corporal Humano
Bogotá, Colombia

2023

A mi familia y amigos por su apoyo incondicional, amor e infinita paciencia y a la Universidad Nacional de Colombia por promover el conocimiento y la innovación.

Jennifer Tatiana Mappe Rojas

“No te rindas, pues la vida es eso; continuar el viaje, perseguir tus sueños, destrabar el tiempo, correr los escombros y destapar el cielo”

Mario Benedetti

Agradecimientos

Agradezco a los directivos y personal de la Escuela Militar de Cadetes “General José María Córdova”, por su apoyo y disposición en el desarrollo de este estudio, sobre todo al Mayor Carlos Humberto Vargas Moreno, director del Departamento de Investigación, Desarrollo tecnológico e innovación (I + D + i) del Centro de Investigación de la Cultura Física – CICFI, quien permitió y facilitó el espacio y los cadetes para la culminación satisfactoria de este proyecto.

De igual forma, agradezco a las estudiantes de Medicina del Deporte de la Universidad Nacional: Dra Manuelita Ramos y Dra Viviana Vanegas quienes apoyaron en la fase de toma de pruebas y logística para la medición de los cadetes.

También agradezco a todo el equipo de personas que brindaron su apoyo para lograr realizar el presente trabajo, a mi familia, amigos y colegas, quienes me motivaron a seguir adelante y no rendirme a pesar de las dificultades que se presentaron en el camino.

Ofrezco un agradecimiento a mi director de tesis Rodrigo Esteban Argothy, porque durante todo este proceso pude contar con su compromiso, paciencia y apoyo, para obtener un resultado satisfactorio.

Y finalmente, quiero brindar un agradecimiento especial a mi asesora Dayssy Yineth Diaz Betancourt, una colega y persona de admirar por su infinita disposición, sacrificio, compromiso y paciencia al momento de ofrecer su experiencia, sabiduría, asesoría y acompañamiento durante todo este proceso.

Resumen

En la población militar se hace énfasis, en el entrenamiento físico y táctico, buscando maximizar la capacidad de desempeño operativo (1), combinando el esfuerzo físico y cognitivo (2). Durante el entrenamiento, los cadetes están expuestos a diferentes factores: físicos, ambientales, psicológicos (3) y nutricionales, que pueden influir e incluso afectar la adaptación al entrenamiento y su posterior desempeño o rendimiento. Una composición corporal favorable se relaciona con un mayor rendimiento físico y un menor riesgo de lesiones (4). Sin embargo, un mal equilibrio podría ocasionar lesiones músculo esqueléticas, que implican pérdida de tiempo valioso destinado al entrenamiento, reducción del desempeño y lesiones severas (5) o bajas, que aumentan los costos en salud.

Metodología: Se realizó un estudio observacional y descriptivo correlacional, en el cual se seleccionaron de forma consecutiva cadetes ($n=105$ basal y $n=91$ 4 meses después) entre 18-26 años, ingresantes a la ESMIC en Bogotá de primer año, durante el segundo semestre de 2022. Se evaluó la condición basal (línea de base) de los cadetes y 4 meses después de su entrenamiento, para asociar estos valores con el rendimiento por medio de una prueba de salto (CMJ). Se incluyó un cuestionario de 5 segmentos y un examen no invasivo (bioimpedancia), por lo cual el riesgo del estudio fue mínimo de acuerdo con lo establecido en la Resolución 8430 de 1993. Adicionalmente, se respetaron los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos de la declaración de Helsinki. Para la fase de análisis de la información, se ejecutó la prueba Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad de las variables. Para evaluar la relación entre las variables se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.

Resultados: En la valoración inicial se contó con una media de 19 años, con una edad máxima de 21 años y mínima de 18. El mayor porcentaje de cadetes evaluados provenían

de Bogotá, Tolima y Cundinamarca, predominó la zona urbana y los estratos 2 y 3. De acuerdo con el IMC, la mayoría de los cadetes tanto al ingreso como 4 meses después se encontraban en rango de normalidad, se presentaron 5 casos de delgadez al ingreso, 4 meses después solo 2 casos, de igual forma, se encontraron bajas cifras de sobrepeso y ningún cadete se encontró en obesidad. Los resultados de masa muscular en general estaban ligeramente disminuidos, pero eran ligeramente altos al analizarlos de forma segmentada, especialmente en miembros inferiores.

Por otro lado, los hábitos de consumo de alimentos fueron reportados por medio de una encuesta de frecuencia de consumo, en la que se evidenció una alta ingesta de azúcar adicionada, grasa saturada, embutidos y enlatados y una baja ingesta de alimentos fuente de fibra, proteína de alto valor biológico, lácteos y derivados.

Conclusiones: Se evidenció que a pesar de que en la composición corporal se encontró un aumento de masa muscular, dicho incremento no se consideró funcional, debido a que en la valoración inicial la altura, la fuerza y potencia del salto se encontraban por debajo de lo esperado y en la valoración posterior, los resultados empeoraron, evidenciando asimetrías en la fase de aterrizaje, que pueden explicarse a través de la acumulación de fatiga derivada del tipo de entrenamiento realizado, por lo cual se considera que su entrenamiento actual no favorece las capacidades físicas e incrementa el riesgo de presentar una lesión por sobreuso.

La toma de medidas antropométricas y el análisis biomecánico han demostrado ser herramientas fáciles de aplicar en la evaluación y seguimiento de personas con un alto nivel de actividad física, por lo cual el enfoque preventivo busca evitar la descarga desadaptativa. En consecuencia, existe un interés en identificar factores modificables que puedan alterar la composición corporal, el rendimiento y los resultados en salud asociados al personal militar durante su fase de entrenamiento.

Palabras clave: Composición corporal; Impedancia eléctrica; Antropometría; Personal militar; Rendimiento (DeCS).

Relation between body composition and eating habits on the neuromuscular performance of the lower body in cadets entering the José María Córdova Military School

Summary

In the military population, emphasis is placed on physical and tactical training, seeking to maximize the capacity for operational performance. During training, cadets are exposed to different factors: physical, environmental, psychological, and nutritional, which can influence and even affect the adaptation to training and their subsequent performance or performance.

Methodology: An observational and descriptive correlational study was carried out, in which cadets (n=105 baseline and n=91 4 months later) between 18-26 years old, admitted to the ESMIC in Bogotá in 2022, were selected consecutively. The baseline condition of the cadets was evaluated and 4 months after their training, to associate these values with performance by means of a jump test (CMJ). A 5-segment questionnaire and a non-invasive test (bioimpedance) were included, for which the risk of the study was minimal in accordance with the provisions of Resolution 8430 of 1993. Additionally, the ethical principles for medical research on human beings were respected. Humans of the Declaration of Helsinki. For the information analysis phase, the Shapiro-Wilk test was performed to verify the normality of the variables. To evaluate the relationship between the variables, the Pearson correlation coefficient was used.

Results: In the initial assessment there was a mean of 19 years, with a maximum age of 21 years and a minimum of 18. According to the BMI, most of the cadets both at admission and 4 months later were in the range of normality, 5 cases of thinness were presented, low figures of overweight were found, and no cadet was found to be obese. The results

for muscle mass in general were slightly decreased but were slightly high when analyzed in a segmented manner, especially in the lower limbs.

Food consumption habits were reported through a consumption frequency survey, which revealed a high intake of added sugar, saturated fat, sausages and canned goods and a low intake of foods that are sources of fiber, high-value protein biological, dairy and derivatives.

Conclusions: Even though an increase in muscle mass was found in body composition, said increase was not considered functional, because in the initial assessment the height, strength and power of the jump were below what was expected and in the subsequent evaluation, the results worsened, evidencing asymmetries in the landing phase, which can be explained through the accumulation of fatigue derived from the type of training carried out, for which it is considered that his current training does not favor physical abilities and increases the risk of developing an overuse injury.

Anthropometric measurements and biomechanical analysis are easy tools to apply in the evaluation and follow-up of people with a high level of physical activity, for which the preventive approach seeks to avoid maladaptive discharge. Consequently, there is interest for identifying modifiable factors that may alter the body composition, performance, and health outcomes associated with military personnel during their training phase.

Keywords: Body Composition; Electric Impedance; Anthropometry; Military Personnel; Performance (MeSH).

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen	7
Summary	9
Lista de tablas	13
Lista de Ilustraciones	14
Lista de Símbolos y abreviaturas	15
1. Antecedentes	16
2. Justificación	19
3. Planteamiento del problema de investigación	22
3.1 Pregunta de investigación:	24
4. Objetivos	25
4.1 Objetivo general:	25
4.2 Objetivos específicos:	25
5. Marco teórico	26
5.1 Fuerzas Militares	26
5.2 Características	27
5.3 Evaluación del estado nutricional	29
5.3.1 Estado nutricional	29
5.4 Composición corporal	30
5.4.1 Impedancia Bioeléctrica (BIA)	31
5.5 Alimentación y rendimiento	36
5.6 Habilidades	38
5.6.1 Evaluación de la fuerza	39
5.6.2 Plataformas de fuerza	40
5.6.3 Test de salto	41
5.6.4 Lesiones derivadas del entrenamiento militar	45
5.7 Factores de riesgo	49
5.7.1 Consumo de Alcohol y tabaco	49
5.7.2 Sueño	50
6. Hipótesis	53
6.1 Hipótesis de trabajo	53
6.2 Hipótesis nula (H0)	53
7. Metodología	54
7.1 Tipo de investigación	54
7.2 Sujetos de estudio	54
7.2.1 Criterios de inclusión y exclusión:	54
7.3 Variables	55
7.4 Técnicas de medición	59

7.5	Instrumentos y/ equipos	60
7.6	Recolección y procesamientos de datos	60
7.7	Análisis de resultados	61
7.8	Consideraciones éticas	62
7.9	Conflicto de interés.....	62
7.10	Limitaciones.....	63
8.	Resultados	64
8.1	Caracterización sociodemográfica.....	64
8.2	Composición corporal.....	66
8.2.1	Valoración inicial.....	66
8.2.2	Valoración 4 meses después	67
8.3	Ingesta de alimentos	69
8.3.1	Ingesta de bebidas	73
8.3.1.1	Valoración inicial.....	74
8.3.1.1	Valoración 4 meses después	74
8.4	Otras variables de riesgo	75
8.4.1	Consumo de tabaco	75
8.4.1.1	Valoración inicial.....	75
8.4.1.2	Valoración 4 meses después	76
8.4.2	Consumo de alcohol.....	77
8.4.2.1	Valoración inicial.....	77
8.4.2.2	Valoración 4 meses después	77
8.4.3	Sueño	78
8.4.3.1	Valoración inicial.....	78
8.4.3.2	Valoración 4 meses después	79
8.5	Test de salto	79
8.5.1	Valoración inicial.....	79
8.5.2	Valoración 4 meses después	81
8.6	Lesiones	82
8.6.1	Valoración inicial.....	82
8.6.2	Valoración 4 meses después	83
9.	Discusión	85
9.1	Composición corporal.....	85
9.1.1	Bioimpedancia:.....	86
9.2	Composición corporal y riesgo de lesiones:.....	88
9.3	Hábitos Alimentarios	88
9.3.1	Frecuencia de consumo de alimentos.....	91
9.3.2	Hidratación	93
9.4	Prueba de salto	96
10.	Conclusiones.....	100
11.	Trabajos a futuro.....	102
12.	Bibliografía.....	103
13.	Anexos.....	115
13.1	Formato de consentimiento informado y recolección de información.....	115

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1: Valores de referencia de Composición corporal por Bioimpedancia	34
Tabla 2: Valores de referencia de Masa Libre de Grasa y Masa Magra	34
Tabla 3: Valores de referencia Masa Músculo Esquelética	35
Tabla 4: Resultados de las variables del CMJ en 3 atletas de élite	44
Tabla 5: Variables	55
Tabla 6: Departamento de procedencia de los cadetes ingresantes	64
Tabla 7: Zona de procedencia de los cadetes ingresantes	65
Tabla 8: Estrato de los cadetes ingresantes	65
Tabla 9: Resultados de composición corporal en la valoración inicial	66
Tabla 10: Resultados de IMC de la valoración previa y 4 meses después	67
Tabla 11: Resultados de composición corporal 4 meses después	68
Tabla 12: Frecuencia de consumo de alimentos previo a su ingreso	71
Tabla 13: Frecuencia de consumo de alimentos 4 meses después de su ingreso	72
Tabla 14: Tipo de bebida ingerida por los cadetes previo a su ingreso	74
Tabla 15: Tipo de bebida ingerida por los cadetes 4 meses después de su ingreso	74
Tabla 16: Antecedentes de consumo de tabaco en los cadetes previo a su ingreso	75
Tabla 17: Consumo de tabaco en los cadetes previo a su ingreso	75
Tabla 18: Frecuencia de consumo de tabaco en los cadetes previo a su ingreso	75
Tabla 19: Consumo de tabaco en los cadetes 4 meses después de su ingreso	76
Tabla 20: Frecuencia de consumo de tabaco en los cadetes 4 meses después de su ingreso	76
Tabla 21: Consumo de alcohol en los cadetes previo a su ingreso	77
Tabla 22: Frecuencia de consumo de alcohol en los cadetes previo a su ingreso	77
Tabla 23: Consumo de alcohol en los cadetes 4 meses después de su ingreso	77
Tabla 24: Frecuencia de consumo de alcohol en los cadetes 4 meses después de su ingreso	78
Tabla 25: Número de horas de sueño de los cadetes ingresantes previo a su ingreso	78
Tabla 26: Número de horas de sueño de los cadetes ingresantes 4 meses después de su ingreso	79
Tabla 27: Resultados de la prueba de salto en la valoración inicial	80
Tabla 28: Resultados de la prueba de salto 4 meses después	81
Tabla 29: Prevalencia de lesiones previo al ingreso	82
Tabla 30: Número de lesiones presentadas previo al ingreso	82
Tabla 31: Tipo de lesiones presentadas previo al ingreso	82
Tabla 32: Ubicación de las lesiones presentadas previo al ingreso	83
Tabla 33: Incidencia de lesiones 4 meses después del ingreso	83
Tabla 34: Número de lesiones presentadas 4 meses después	83
Tabla 35: Tipo de lesiones presentadas 4 meses después	83
Tabla 36: Ubicación de las lesiones presentadas 4 meses después	84

Lista de Ilustraciones

	Pág.
Ilustración 1: Plataforma de fuerza	40
Ilustración 2: Fases del salto en contramovimiento (CMJ)	42

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>AJ</i>	Abalakov Jump – Salto de Abalakov
<i>BIA</i>	Bioimpedancia eléctrica
<i>BMR/TMB</i>	Basal Metabolic Rate – Tasa Metabólica Basal
<i>CMJ</i>	Countermovement Jump – Salto en Contramovimiento
<i>DEXA</i>	Absorciometría de rayos x de energía dual
<i>DJ</i>	Drop Jump – Salto con caída
<i>ECW</i>	Extracellular Water – Agua Extracelular
<i>EI/BE</i>	Energy Intake – Balance Energético
<i>EN</i>	Estado nutricional
<i>ENSIN</i>	Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia.
<i>ESMIC</i>	Escuela Militar de Cadetes José María Cordova
<i>ESPEN</i>	Sociedad Europea de Nutrición Clínica y Metabolismo
<i>FFM</i>	Fat Free Mass – Masa Libre de Grasa
<i>IMC</i>	Índice de Masa Corporal
<i>MLG</i>	Masa Libre de Grasa
<i>MG</i>	Masa Grasa
<i>MM</i>	Masa Magra
<i>MO</i>	Masa Ósea
<i>MR</i>	Masa Residual
<i>SJ</i>	Squat Jump- Salto en cuclillas
<i>TEA</i>	Thermic Effect of Activity – Efecto Térmico de la Actividad
<i>TEE/ITE</i>	Total Energy Expenditure – Ingesta Total de Energía
<i>TEF/ETA</i>	Thermic Effect of Food – Efecto Térmico de los Alimentos
<i>TBW</i>	Agua Corporal Total
<i>VAT</i>	Visceral adipose tissue volume - Grasa Visceral
<i>VO2 máx</i>	Consumo Máximo de Oxígeno

1. Antecedentes

A nivel nacional se han realizado algunos estudios sobre composición corporal y sus modificaciones debido a la influencia del entrenamiento militar. En el año 2015 Castañeda Tovar & Caiaffa desarrollaron una investigación con 51 cadetes y alféreces de género masculino de la ESMIC. Como método de valoración de la composición corporal, utilizaron antropometría en modelo tetracompartimental (masa magra (MMa), masa muscular (MM), masa ósea (MO), masa residual (MR)). Los resultados arrojaron la predominancia de un somatotipo mesomorfo balanceado. Los indicadores arrojaron un IMC adecuado en la mayoría de la población analizada (22.97 kg/m²) y cerca del 98% no tenían riesgo de padecer enfermedades según medidas de riesgo cardiovascular, con sólo un 2% (n=2) de sobrepeso. Se estableció un porcentaje de grasa promedio de 11%, una MM de 33.5 kg y su VO₂ se ubicó en 46.2 ml.kg⁻¹.min⁻¹ (6).

Por su parte, en 2015, Cortés Fernández et al, utilizaron la bioimpedancia en 72 alférez de séptimo nivel, asistentes al curso avanzado de combate durante 8 semanas en la Hacienda Tolemaida. Las muestras se tomaron el día inicial y final del entrenamiento. De la población analizada, el 4.16 % se encontraba en obesidad, el 23% en sobrepeso y se presentó un único caso de delgadez. Posterior al entrenamiento, la masa grasa alcanzó niveles normales. El 88,88% presentó pérdida de masa muscular (lo cual se asoció a una posible baja ingesta proteica durante el curso) y el 36.11 % mostró deficiencia ósea con relación a la muestra inicial (7).

A nivel internacional, Maldonado Vaca & Calero Morales en 2014, realizaron en Ecuador una investigación con 153 aspirantes a segundo año de la escuela de formación de soldados del Ejército "Vencedores del Cenépa" (ESFORSE). Utilizaron la antropometría como método de valoración de la composición corporal. El IMC (media: 22.73 kg/m²) se encontró en su mayoría en parámetros de normalidad, el 2% de los evaluados se encontraba en sobrepeso, las ecuaciones antropométricas permitieron asociar indicadores de grasa corporal y masa residual en porcentajes adecuados (8).

En 2014, Aandstad et al, realizaron una investigación con 65 cadetes de primer año (39 hombres y 26 mujeres) de la Fuerza Aérea Noruega y 20 mujeres de la estación aérea principal de Orland, en el que se realizó un test re-test, utilizando pliegues cutáneos (SFK) y análisis de impedancia bioeléctrica de frecuencia única (SF-BIA) y análisis de impedancia bioeléctrica de multifrecuencia (MF-BIA) y absorciometría de rayos x de energía dual (DEXA) como método de criterio. Se evidenció que el InBody 720 (MF-BIA) subestimó el %de MG en aproximadamente 2% tanto en mujeres como hombres, al compararlo con DEXA. Por otro lado, SF-BIA fue considerado como el método más confiable, porque ninguna ecuación de SFK en hombres y mujeres fue superior al considerar confiabilidad y validez en contraste con DEXA (4).

En 2017 Combest et al, realizaron un estudio comparativo en EEUU, utilizando 3 métodos para estimar la composición corporal en 76 sujetos (hombres y mujeres), en el que se incluyó circunferencia de cintura (CC), impedancia bioeléctrica de 8 puntos (DSM-BIA) y absorciometría de rayos x de energía dual (DEXA). Se encontró que la CC, sobreestimaba el % de grasa corporal (GC) en mujeres en circunferencias >81.3 cm comparado con DEXA. En mujeres y hombres la CC fue un indicador de menor concordancia. Con relación a BIA, no se encontraron diferencias significativas en los resultados del %GC, lo que indica que podría ser una técnica ideal de medición. Sin embargo, DSM -BIA tiende a sobreestimar el %GC a medida que aumenta la CC (9).

En Brasil Langer et al, realizaron en 2018 una comparación entre el análisis de impedancia bioeléctrica y la absorciometría de rayos x de energía dual (DEXA) como referencia, en una población de 310 cadetes masculinos (17-24 años). Se analizó la precisión de 9 ecuaciones utilizadas en BIA (Lukaski et al, Chumlea et al, Segal et al, Deurenberg et al, Deurenberg et al, Lohman, Kotler et al, Sun et al, Langer y col) con relación a los cambios en la MLG 7 meses después de entrenamiento militar. Los resultados permitieron establecer que la MLG mostró un aumento en comparación con la fase inicial ($P>0.05$) y que las ecuaciones detectaron cambios muy similares a DEXA, resaltando que la ecuación específica para esa población (Langer) no mostró diferencia significativa en la estimación de la MLG, al compararlo con DEXA (10).

Al analizar la composición corporal y el rendimiento, en 2010 Mikkola et al, realizaron una investigación en Finlandia con 945 hombres de 19 años, que ingresaron en 2005 como reclutas militares, comparando la composición corporal a través de BIA, con mediciones de riesgo cardiovascular como la circunferencia de cintura y el rendimiento aeróbico por medio del test de Cooper (carrera de 12 minutos) al inicio, con seguimiento de 6-12 meses. Los resultados mostraron una mejoría en la distancia de carrera (6.8 % - 169 m – $p > 0.001$ / bajo peso: 108 m, peso normal 199 m, sobrepeso 268 m y obesidad 281 m), evidenciando una correlación inversa entre el rendimiento aeróbico (Test de Cooper mejoró en 7-9 %), los cambios en el peso (disminución de 40-120 g por cada 10 m aumentados en la prueba) y disminución de la circunferencia de cintura después del entrenamiento (11).

Por su parte, Diaz M & Argothy R (2017) realizaron en Colombia una caracterización del componente neuromuscular de miembros inferiores por medio del test de salto en contramovimiento con 63 estudiantes de primer nivel (45 hombres – 18 mujeres) de la ESMIC, los valores de pico de aterrizaje, pico de fuerza concéntrica, pico de potencia y desaceleración excéntrica fueron significativamente mayores en hombres (12). Se resaltó que el síndrome de estrés tibial medial es una patología muy reportada e incapacitante en población militar, de mayor riesgo en mujeres que hombres (OR=4.91).

Finalmente, Smith et al (2023), evaluaron el efecto de un programa de entrenamiento individualizado, basado en los resultados de test de fuerza en plataformas, en 2 grupos del ejército australiano con 17 sujetos (grupo control: $n = 9$; grupo experimental $n = 8$), durante 5 semanas. Encontraron que el grupo experimental mostró menor tiempo en la marcha realizada con peso y mejora en la ejecución de ejercicios con peso muerto, sin evidenciar otros cambios significativos con relación al grupo control (13). A pesar de esto, recomendaron la implementación de entrenamiento individualizado como alternativa para mejorar el rendimiento ocupacional y reducir los factores de riesgo de lesión.

2. Justificación

Durante el entrenamiento militar, los soldados suelen estar expuestos a diferentes factores estresantes físicos, ambientales, psicológicos (3), nutricionales, entre otros, que pueden influir e incluso afectar la adaptación al entrenamiento, su desempeño y/o rendimiento, especialmente cuando se presenta un síndrome de sobre entrenamiento, en el cual se sobrepasa la extralimitación funcional (1), debido a inadecuadas adaptaciones de los sistemas fisiológicos por la alta demanda de estrés, que inician la acumulación de fatiga neuromuscular.

También pueden experimentar episodios de déficit energético (el gasto de energía es superior a la ingesta), durante su carrera, lo cual puede estar asociado con la alta carga de ejercicio, una posible ingesta restringida o limitada de alimentos, restricciones logísticas, un apetito disminuido o un objetivo de entrenamiento particular (2). Estos periodos podrían tener un impacto negativo en la salud y en el rendimiento. De igual forma, la salud mental podría alterar el desempeño derivado de las exigencias físicas e intelectuales (14) de la preparación militar, especialmente sobre la incidencia de lesiones musculoesqueléticas, por lo que se suele buscar menor tratamiento psicológico que físico durante estos eventos. Por lo anterior, se espera disminuir las barreras de atención y promover facilitadores centrados en la atención prioritaria y preventiva de los cadetes o soldados que presenten factores de riesgo asociados, especialmente en etapas iniciales de la formación militar, por condiciones comunes como ansiedad, depresión (15) o manejo de la ira (16) que puedan influir sobre posibles ausentismos o retiros.

Por otro lado, durante el programa estructurado de condición física militar es necesario poseer y conservar una buena condición física (17), debido a que el estado nutricional tanto por déficit como por exceso requiere una intervención adicional específica, considerando, que en caso de no hacerlo, se podría retrasar el avance en los objetivos planteados dentro de su formación ya sea por sobre entrenamiento, que puede comprometer el rendimiento físico y cognitivo (incapacidad en el cumplimiento de tareas físicas, falta de concentración y disminución de vigilancia o estados de alerta) o por déficit de micronutrientes que puede desencadenar mayor

riesgo de lesiones o mayor riesgo de padecer enfermedades como: obesidad, hipertensión, enfermedad coronaria, diabetes, osteoporosis e insuficiencia renal (17).

Según lo anterior, la alimentación debería ser considerada un aspecto fundamental en el rendimiento y la recuperación, porque el adecuado aporte de calorías y nutrientes podría estimular la síntesis de proteínas, reducir el daño muscular, mejorar la recuperación, el rendimiento e incluso modificar la composición corporal (18). Dependiendo de la duración del entrenamiento, se han estudiado cambios cardiorrespiratorios, de resistencia muscular, capacidad de producir potencia, disminución de la masa corporal magra (MCM), de la masa grasa (MG) o la masa libre de grasa (MLG) (3).

Una composición corporal favorable se relaciona con un mayor rendimiento físico y un menor riesgo de lesiones en el personal militar (4). Las lesiones pueden presentarse por diferentes factores como: entrenamiento que induce una sobrecarga, antecedentes de tabaquismo o sedentarismo presente la mayor parte de su vida, una lesión previa, entre otras. Dentro de las causas más comunes asociadas con la presentación de lesiones, se encuentra la fatiga, que puede ser el resultado de efectos acumulativos de fuerzas, producto de un sobre entrenamiento, movimientos repetitivos o acciones contundentes (5), por lo cual la preparación física en entornos tácticos puede ir acompañado de una alta incidencia de lesiones debido a sobreacumulación de fatiga neuromuscular (1).

De igual forma, un desequilibrio en la composición corporal también podría ocasionar lesiones músculo esqueléticas, que implican pérdida de tiempo valioso destinado al entrenamiento, reducción del desempeño y lesiones severas que requieran incapacidades médicas (5) o bajas previo a la culminación de la carrera militar, lo cual puede incrementar los costos en salud por ausentismos o suspensiones, incapacidades, licencias o jubilaciones tempranas.

Con relación a los gastos, según reportes del Instituto Nacional de Investigación de Paz de Estocolmo (Sipri) y el Banco Mundial, Colombia es uno de los países que más invierte en gastos

militares con relación a su producto interno bruto (PIB). Para el 2019 la inversión equivalía al 3.2% del PIB, lo que implica un 11 % del gasto del gobierno, considerando que para ese año el personal militar era de 481.200, es decir, un 1.8% del total de la fuerza laboral (19). Para el 2020, la inversión aumentó a 2.6% (1.98 billones de dólares), o un gasto de 9.200 millones de dólares, lo que lo deja en el segundo país de Latinoamérica con mayor inversión en gastos militares.

Los gastos del sector defensa incluyen el sostenimiento de la fuerza militar, los equipos, infraestructura, pensiones y asignaciones de retiro (20), sumado a los gastos del personal activo, lo que impacta en gran medida el presupuesto nacional. El gasto de guerra supera el 1.5 % del producto interno bruto (PIB) en seguridad y defensa, con un sobre costo de guerra del 30% en justicia (21). Los gastos asociados, estos se dividen en: A) Gastos del personal activo: a) salarios, b) contribuciones a la nómina y c) otros (primas y bonificaciones) y B) Asignaciones de retiro y pensiones. Para 2017, los primeros representaron un aumento del 42% (2.51-3.57 billones) para partidas de alimentación y primas. Las partidas de alimentación representaron \$684.980 millones de pesos (20).

Es por este motivo, que se considera fundamental caracterizar el perfil de los cadetes ingresantes, por medio de una valoración inicial tanto de composición corporal como de su estado físico, para identificar los posibles factores de riesgo que puedan afectar tanto su desempeño físico como operativo.

3. Planteamiento del problema de investigación

Para diciembre de 2017 las Fuerzas Militares de Colombia contaban con 237.876 uniformados efectivos. Para ese periodo, la distribución de la fuerza indicó que en promedio el Ejército Nacional representaba un 84% del total de uniformados activos (20).

En la población militar se hace énfasis, en el entrenamiento físico y táctico, buscando maximizar la capacidad de desempeño operativo (1). Se requiere capacidad aeróbica, fuerza muscular y resistencia (2), combinando el esfuerzo físico y cognitivo para afrontar tareas en entornos impredecibles y estresantes (2). Por lo anterior, se considera que el tiempo de entrenamiento militar puede ser similar al de un deportista de alto rendimiento (6 horas al día) (5).

Adicionalmente, la carga de entrenamiento combinada con diversos factores estresantes físicos, ambientales, psicológicos (3), nutricionales, entre otros, puede ocasionar adaptaciones de entrenamiento comprometidas y ocasionar sobrecarga o sobre entrenamiento, sumado a un incremento en las lesiones músculo esqueléticas (22). Algunos soldados incluso pueden presentar síndrome de sobre entrenamiento, en el cual se sobrepasa la extralimitación funcional (1), debido a inadecuadas adaptaciones de los sistemas fisiológicos por la alta demanda de estrés, que inician la acumulación de fatiga neuromuscular. La acumulación de fatiga neuromuscular se relaciona con los altos impactos axiales, sobreuso y pobre actividad muscular que provoca la disminución de la fuerza, la potencia y la resistencia cardiorrespiratoria (1).

Por su parte, con relación a las lesiones más frecuentes encontradas en la población militar, Pinillos et al, en 2016, realizaron un estudio en la ESMIC con 39 alférez (estudiantes de 6 nivel), y encontraron que una de las lesiones más prevalentes es el esguince de tobillo (12.8%), seguida de periostitis y luxación (10%), fisuras (4%) y hernias, tendinitis y contracturas (2%), asociadas principalmente en un 7% al “volteo”, golpe o caída y al equipo o indumentaria (5).

Además de los factores anteriormente mencionados, el personal militar también puede experimentar episodios de déficit energético (el gasto de energía es superior a la ingesta), durante su carrera, derivado de los altos gastos de energía durante el ejercicio, a una ingesta restringida de alimentos, a limitaciones logísticas, a un apetito disminuido o a un objetivo de entrenamiento (2). Estos periodos podrían tener un impacto negativo en la salud y en el rendimiento, por lo cual, el desafío consiste en equilibrar la alta demanda física con posibles déficits de energía (23), sueño (24) y recuperación durante su preparación o desempeño, para evitar la sobrecarga.

La alimentación es considerada un aspecto fundamental en el rendimiento y la recuperación. Sin embargo, el entorno militar puede considerarse en cierta forma restrictivo y/o de tiempo limitado, lo cual podría ocasionar la adopción de nuevos hábitos alimentarios como: comer más rápido o comer en exceso (25).

Durante las operaciones militares el gasto calórico podría corresponder a un promedio de 4.099 kcal/día o 5182 kcal/día en las Fuerzas Especiales del Ejército de los EEUU, para el caso de los estudiantes el rango puede variar entre 3500 kcal/día – 5200 kcal/día y se han registrado ingestas de 3098 kcal/día. Sin embargo, se considera que existe una gran variabilidad en los gastos energéticos reales, porque ese gasto va a depender de la población analizada, la duración, frecuencia e intensidad de las actividades (26) y adicionalmente, el aporte energético también depende de la distribución de los macronutrientes y del consumo de alimentos de fuentes externas a las suministradas en las escuelas militares. La adecuación nutricional en población militar no ha sido estudiada a profundidad, al igual que el estado de hidratación y la suplementación posterior a las sesiones de ejercicio.

Aunque a nivel nacional se han realizado diferentes estudios sobre la composición corporal de los ingresantes masculinos en las fuerzas militares en Colombia, los estudios no han asociado los diferentes factores que podrían estar relacionados con el riesgo de lesión de los cadetes y tampoco se han incluido parámetros nutricionales que puedan influir sobre rendimiento de los sujetos evaluados.

De igual forma, tampoco se ha podido establecer si el rendimiento de los cadetes podría estar relacionado con las condiciones con las que ingresan a realizar su carrera militar (sedentarismo, composición corporal por déficit o por exceso, hábitos alimentarios inadecuados, entre otros), los cuales puedan aumentar el riesgo de presentar una lesión osteomuscular, o si por el contrario, el riesgo de lesión y/o complicaciones pueden estar más relacionados con su entrenamiento, la alimentación e hidratación, condiciones de descanso y recuperación, durante su formación, sobre los cuales se pueda realizar una intervención, según las condiciones y necesidades de la población, buscando mantener y mejorar el acondicionamiento de los cadetes durante sus 4 años de formación.

3.1 Pregunta de investigación:

¿Existe relación entre la composición corporal y los hábitos de alimentación sobre el rendimiento de los cadetes ingresantes a la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova?

4.Objetivos

4.1 Objetivo general:

Determinar la relación que existe entre la composición corporal y los hábitos de alimentación sobre el rendimiento neuromuscular del tren inferior de los cadetes ingresantes a la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova.

4.2 Objetivos específicos:

- Evaluar la composición corporal de los ingresantes a la ESMIC, por medio de Bioimpedancia octopolar
- Caracterizar los hábitos de consumo de alimentos e hidratación de los ingresantes a la ESMIC.
- Establecer el desempeño neuromuscular del tren inferior, mediante una prueba de salto vertical con plataformas de fuerza
- Identificar los cambios en la composición corporal, ingesta de alimentos e hidratación 4 meses después del entrenamiento militar.
- Describir las modificaciones identificadas en el rendimiento después de 4 meses de entrenamiento militar

5. Marco teórico

5.1 Fuerzas Militares

Dentro del Ministerio de Defensa de Colombia, se encuentra ubicado el Comando de las Fuerzas Militares, conformado a su vez por el Ejército, la Armada y la Fuerza Aérea, quienes tienen como finalidad “defender la soberanía, la independencia, la integridad del territorio nacional y del orden constitucional”. La constitución de 1991 reconoce su existencia y les otorga misión por medio del artículo 217 (27,28).

Para diciembre de 2017 las Fuerzas Militares de Colombia contaban con 237.876 uniformados efectivos y en ese periodo, la distribución de la fuerza indicó que en promedio el Ejército Nacional representaba un 84% del total de uniformados activos, seguido de la Armada con un 12%, y la Fuerza Aérea con un 4% (20). Por su parte, las divisiones en el Ejército se agrupan en brigadas, que están conformadas por un conjunto de Batallones de las siguientes especialidades militares: Infantería, Caballería, Artillería, Ingeniería, Logística, Inteligencia y Comunicaciones.

La Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova (ESMIC), es el lugar en el que se realiza la Carrera de Oficial de Armas del Ejército Nacional. El entrenamiento militar comprende un periodo de 8 semestres u 8 niveles (4 años) (5), en los que se cursan de forma paralela, estudios universitarios de pregrado en diversas disciplinas. Durante el primer año se recibe una instrucción básica militar, en la cuales se realizan sesiones 4 o 5 días a la semana con una duración de 2 a 3 horas al día (29), siendo estas sesiones planeadas según su nivel de preparación. Posteriormente se realiza la preparación como oficiales, en la que se incluyen: idiomas y estudios profesionales dentro de la institución, eligiendo una de las siguientes carreras: administración logística, derecho, ingeniería civil, relaciones internacionales o educación física militar (30). Una vez cursado el último año, los cadetes reciben el grado de alférez, representado mediante una ceremonia de sables. Posteriormente elegirán su especialidad, para al culminar su formación recibir el grado de subteniente.

5.2 Características

En la población militar se hace énfasis, en el entrenamiento físico y táctico, buscando maximizar la capacidad de desempeño operativo (1). Los estándares de ingreso militar buscan seleccionar reclutas que puedan cumplir con las demandas físicas y psicológicas para realizar las labores asignadas, por lo cual la composición corporal es considerada un componente fundamental para el rendimiento físico en su entorno (31). Debido a esto, el objetivo o propósito se centra en promover comportamientos saludables de ejercicio y nutrición que aseguren un alto estado de preparación (32) y resistencia (31).

Las tareas militares requieren una combinación de esfuerzo físico y cognitivo en entornos impredecibles y estresantes, por lo que se requiere de capacidad aeróbica, fuerza muscular y resistencia. Adicionalmente, el entrenamiento de los cadetes incluye una formación militar y complementaria, estudiando una carrera paralela, dentro de las cuales se encuentran: administración logística, educación físico militar, ingeniería civil, derecho, relaciones internacionales y ciencias militares, que sumado al intenso entrenamiento militar junto con la carrera implica un gran esfuerzo físico y mental (33).

Un entrenamiento militar básico consta de una variedad de actividades: entrenamiento físico (entrenamiento aeróbico, fuerza, acondicionamiento, entrenamiento en circuito, carreras de obstáculos, entrenamiento de agilidad y natación), ejercicios de campo, entrenamiento de aventura y entrenamiento en habilidades específicas como transporte de cargas (equipo de campaña, compuesto por objetos personales, víveres, municiones y armamento), recorrido de largas distancias por terrenos irregulares, tareas comunes (trote, carrera de velocidad, cavar, sortear obstáculos) (34), marchar, manejo de armas y equipos (2).

El desempeño exitoso de las labores militares requiere un alto nivel de resistencia combinada con fuerza muscular, componentes de aptitud que se evalúan durante el reclutamiento, proceso de selección o el seguimiento de la preparación (35). El resultado depende del volumen de entrenamiento (duración, distancia o repeticiones), intensidad (carga, velocidad o potencia) y de

la frecuencia (22), motivo por el cual se busca que los cadetes obtengan un buen *fitness* (resistencia aeróbica, muscular, fuerza, flexibilidad y adecuada composición corporal), con el objetivo de mejorar los niveles de resistencia y presentar cortos periodos de recuperación (34)

El entrenamiento combina diferentes actividades físicas, debido a que los soldados requieren un nivel adecuado de capacidad aeróbica para realizar tareas de alta intensidad en situaciones que pueden amenazar la vida, por lo que en su entrenamiento se incluyen: carreras de velocidad, trepar, cambios en la dirección el movimiento, saltar, arrastre y transporte de cargas o heridos (35), marcha de largas distancias con elevadas cargas y simulacros de combate que incluyen imitación de movimientos tácticos, por lo que la carga de entrenamiento combinada con los anteriores factores mencionados puede comprometer las adaptaciones de entrenamiento, ocasionar una fatiga por esfuerzo, generar una sobrecarga o sobre entrenamiento o verse reflejado en el incremento de las tasas de lesiones (22), sumado a la privación de sueño y el posible déficit de energía (3).

Dependiendo de la duración del entrenamiento, se han estudiado cambios cardiorrespiratorios, de resistencia muscular, capacidad de producir potencia, disminución de la masa corporal magra (MCM) o de la masa grasa (MG) o la masa libre de grasa (MLG) (3). Una composición corporal favorable se relaciona con un mayor rendimiento físico y un menor riesgo de lesiones en el personal militar (4).

5.3 Evaluación del estado nutricional

5.3.1 Estado nutricional

Se define como el estado de equilibrio resultante entre la ingesta habitual de alimentos, la digestión, absorción y uso de los nutrientes (36). Según la Resolución 2465 de 2016 del Ministerio de Salud, el estado nutricional es *“el resultado de la relación entre la ingesta de energía y nutrientes y el gasto causado por los requerimientos nutricionales según la edad, sexo, estado fisiológico y actividad física”* (37). También puede estar directamente relacionado con el entorno social, cultural y económico (38).

Por otro lado, se considera que la evaluación del estado nutricional permite conocer el estado actual de un deportista o individuo, para emitir un diagnóstico que facilite establecer las necesidades de ingesta de calorías y nutrientes, fijar objetivos y planes de intervención (39). Para lo anterior se utilizan indicadores cuantitativos y cualitativos como los clínicos, bioquímicos y antropométricos (40).

Durante la evaluación alimentaria, se pueden evidenciar alteraciones (deficiencias, excesos y desequilibrios nutricionales) y establecer si el consumo se ajusta a las recomendaciones de ingesta de energía, nutrientes y a la demanda del individuo. Se pueden utilizar diferentes metodologías en retrospectiva (registro de alimentos por pesada y/o registro gráfico) o prospectiva (Recordatorio de consumo de alimentos de 24 horas, cuestionarios de frecuencia de consumo o historia alimentaria) (40).

La energía obtenida a través de los alimentos es esencial para los procesos fisiológicos incluyendo la locomoción, la termorregulación, reproducción y crecimiento, pero los gastos de energía del ejercicio y su baja disponibilidad generan en ocasiones una división de los sustratos metabólicos hacia procesos esenciales como la supervivencia (ej.: circulación y actividad neuronal) sobre los no esenciales.

Se debe promover una adecuada ingesta de energía, para apoyar la función corporal óptima, por lo cual el balance energético (EI) se presenta cuando la ingesta total de energía (TEE) es igual al gasto total de energía, el cual consiste en la suma de la tasa metabólica basal (BMR), el efecto térmico de los alimentos (TEF) y el efecto térmico de la actividad (TEA) (41).

Existen diferentes factores que pueden aumentar las necesidades energéticas, como ocurre con el tipo de entrenamiento, deporte o ejercicio practicado, la composición corporal (aumento en la masa libre de grasa (FFM)), la intensidad del esfuerzo realizado y otros factores como la exposición a cambios en la temperatura, humedad relativa, grandes alturas, el estrés, miedo, la presencia de algunas lesiones físicas, entre otros (41).

Se puede determinar la ingesta a partir de los alimentos y líquidos ingeridos, por medio de registros de alimentos pesados / medidos (3-7 días), un recordatorio de 24 horas de 2-3 días no consecutivos o un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (41).

5.4 Composición corporal

La evaluación de la composición corporal permite identificar la configuración morfológica y a su vez compararla con el nivel del rendimiento de los sujetos evaluados, por lo que tiene aplicaciones importantes sobre la evaluación del estado nutricional y la estimación de riesgos potenciales para la salud (42), como el análisis de los efectos de diversas enfermedades, condiciones fisiológicas o las consecuencias de la exposición a factores ambientales (36).

En Colombia, según estadísticas reportadas por la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN 2015), el 56,5 % de la población adulta (18 a 64 años) presenta exceso de peso (38.1% sobrepeso y 18,5 % obesidad). En el caso de los hombres, se presenta un 38.4% en sobrepeso y 14.4% en obesidad (43). Por el contrario, 2.4% de la población se encuentra en delgadez, con un valor de 2.5% en hombres (43).

Para estimar la composición corporal se cuenta con diferentes métodos: a) **directos** (disección de cadáveres), b) **indirectos**: antropometría (modelo de 5 componentes), *-físico-químicos*: pletismografía, absorción de gases, dilución isotópica, espectrografía de rayos x, espectrografía fotónica, activación de neutrones, excreción de creatinina; *- imagen*: radiografía, ultrasonido, absorciometría de rayos X de energía dual (DEXA), tomografía axial computarizada (TAC) resonancia magnética, resonancia magnética; *-densitometría*: pesada hidrostática, volumen de agua desplazado b) **doblemente indirectos**: modelos de 2-4 componentes de antropometría, somatotipo, ecuaciones de regresión generales o lineales, O'scale, entre otros (40).

5.4.1 Impedancia Bioeléctrica (BIA)

El método de impedancia bioeléctrica (BIA) o bioimpedancia se usa comúnmente para estimar la composición corporal y el estado de los líquidos, por su bajo costo, portabilidad y facilidad (44). El procedimiento es simple, no invasivo, los resultados son reproducibles (45) y relativamente económicos al compararlos con otras técnicas utilizadas (DEXA, resonancia magnética, pletismografía, pesaje subacuático e hidrometría) considerados métodos de referencia (4,10) y modelos compartimentales (46).

Se fundamenta en las propiedades eléctricas de los tejidos que han sido descritas desde 1871 y sus bases fueron establecidas en 1970 (47). Los estudios de Hoffer et al de 1969 y de Thomasset de 1965, demostraron la correlación entre el contenido de agua corporal y la resistencia de los componentes al paso de una corriente alterna (40). La BIA depende de algunas propiedades eléctricas del cuerpo relacionadas con: composición, edad, sexo, raza, fase de maduración y condición física. Además de otros factores como el estado de hidratación, la posición corporal, el consumo reciente de alimentos y/o bebidas, la temperatura ambiente, la actividad física reciente y el estado de la vejiga (48).

BIA consta de dos componentes: resistencia (R): basada en la disminución del voltaje que refleja la conductividad a través de soluciones iónicas y reactancia, es decir, la resistencia de los tejidos al paso de una corriente eléctrica y (Xc): centrada en el retraso en el flujo de corriente, el cual se mide como un cambio de fase, es decir la oposición adicional debida a la capacitancia de los

tejidos y membranas o el reflejo de propiedades dieléctricas (45). Estos 2 vectores estarían representados en la siguiente ecuación $Z^2 = R^2 + Xc^2$. Los anteriores parámetros permiten estimar indirectamente la composición corporal mediante algoritmos de predicción de coeficientes supuestos, basados en unos datos de referencia (44).

Los instrumentos con los que se puede realizar el análisis son: *bioimpedancia eléctrica de monofrecuencia* (50 kHz o con electrodos en manos o pies: ACT Y MLG), *bioimpedancia eléctrica de multifrecuencia* (utiliza diferentes frecuencias como 0, 1, 5, 50, 100, 200 y 500 kHz: estima ACT, agua extracelular (AEC) y agua intracelular (AIC) y por derivación MLG), *bioimpedancia eléctrica segmental* (requiere 2 electrodos adicionales en muñeca y tobillo o sobre muñeca y hombro, espina ilíaca superior y tobillo) y *análisis del vector de bioimpedancia* (implica la construcción de un gráfico R/H y Xc/H estandarizado por edad (40).

La BIA permite la detección de masa libre de grasa (MLG o FFM) y el agua corporal total (ACT o TBW), que está fuertemente relacionado con la MLG y en individuos sanos puede encontrarse una media del 73.2% (49), en sujetos que no presenten desequilibrio en líquidos (o electrolitos) o anomalías en la forma del cuerpo, dentro del rango de normalidad del IMC (16-34 kg/m²) (45).

De igual forma, el uso de BIA, puede evaluar la presencia de sarcopenia, utilizar el ángulo de fase como predictor de mortalidad y al realizar el análisis del vector de impedancia eléctrica (BIVA) se puede analizar el estado de hidratación y los estados catabólicos (50).

Según Aparicio, D. (2020) (12), la fiabilidad y precisión de los resultados pueden verse alterados por factores como: tipo de instrumento, el operador, nivel de hidratación, puntos de colocación de los electrodos, el sujeto evaluado, su tipo de alimentación, ciclo menstrual, temperatura ambiental, entorno y también de las ecuaciones elegidas para la predicción de la MLG, considerando las características de la muestra de la que se derivan, en las que han sido validadas (edad, sexo, etnia) y de la muestra a la que será aplicada (42).

Tanto el IMC como la composición corporal difieren no sólo por edad y género, sino también por etnia. Jensen et al. (2019) compararon la composición corporal a través de bioimpedancia entre 1048 alemanes, 1026 mexicanos y 995 japoneses con variaciones de edad entre 18-78 años y de IMC entre 13.9 a 44.3 kg/m². Encontraron diferencias étnicas en la participación regional de la grasa y la masa muscular en el tronco y las extremidades aún con el mismo valor de IMC, por lo cual, la etnia influye en la distribución de la grasa, el índice músculo esquelético (SMI) y la masa muscular (50).

El equipo utilizado (mBCA de referencia 514/515) contó con un estudio de validación, en el cual Bosy-Westphal, A., Schautz, B., Later, W. et al. (2013), buscaron establecer las ecuaciones de BIA para la predicción de la masa libre de grasa (FFM), el agua corporal total (TBW) y el agua extracelular (ECW), por medio de un modelo compartimental y técnicas de dilución en el Instituto de Nutrición Humana y Ciencia de los Alimentos en Kiel, Alemania (51).

Los valores de referencia de IMC y de circunferencia de cintura fueron tomados de la Resolución 2465 de 2016, en la cual se incluyen los indicadores antropométricos de adultos entre 18-64 años en Colombia (52). Mientras que los valores de referencia para las variables de composición corporal estimadas a través de bioimpedancia se tomaron de las referidos por el equipo según etnia (Ver tabla1).

Tabla 1: Valores de referencia de Composición corporal por Bioimpedancia

Coefficiente de determinación (R^2) y desviación habitual (SEE) para fórmulas de predicción		
Etnia	Sudamericana y Centroamericana	
Parámetro	R^2	SEE
FFM	0.95	1.85 kg
TBW	0.95	1.3 l
ECW	0.90	0.7 l
SMM brazo izquierdo	0.89	0.14 kg
SMM brazo derecho	0.90	0.13 kg
SMM pierna izquierda	0.25	0.74 kg
SMM pierna derecha	0.50	0.63 kg
SMM total	0.88	1.8 kg
VAT	0.54	1.2 l

Fuente: Seca 515/514. Instrucciones de uso para médicos y asistencias (53) Investigación realizada con 130 adultos sanos de diferentes etnias.

Los anteriores datos tienen como base la investigación de Peine et al. (2013), en el cual se incluyeron 1050 sujetos (532 H; 518 M) entre 18-65 años reclutados del servicio de transfusión de sangre del Instituto de Medicina Transfusional del Centro Médico Universitario de Hamburgo Eppendorf, Alemania (54), quienes presentaron un IMC entre 18,2 a 42,6 kg/m² y una circunferencia de cintura entre 63 a 126 cm. Las características se presentan así: (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Valores de referencia de Masa Libre de Grasa y Masa Magra

Variable (Kg/m²)	IMC (kg/m²)	Masculino		
		p5	p50	p95
<i>FFMI (Índice masa libre de grasa)</i>	Todos	17.42	19.83	22.24
	<25	17.11	18.81	20.51
	≥25,<30	18.40	20.08	21.77
	≥30	20.05	22.09	24.12
<i>FMI (índice masa grasa)</i>	Todos	2.33	6.42	10.51
	<25	2.21	4.23	6.24
	≥25,<30	4.97	7.08	9.19
	≥30	7.52	10.79	14.06

Valores tomados de: Peine et al., 2013 (54).

Tabla 3: Valores de referencia Masa Músculo Esquelética

Masa Músculo Esquelética				
Variable (kg)	IMC (kg/m²)	Masculino		
		p5	p50	p95
<i>SMM brazo derecho</i>	Todos	0.528	0.631	0.756
	<25	0.509	0.593	0.694
	≥25,<30	0.552	0.645	0.758
	≥30	0.598	0.696	0.813
<i>SMM brazo izquierdo</i>	Todos	0.505	0.607	0.729
	<25	0.488	0.571	0.672
	≥25,<30	0.529	0.618	0.726
	≥30	0.564	0.671	0.801
<i>SMM pierna derecha</i>	Todos	1.730	2.033	2.398
	<25	1.699	1.902	2.146
	≥25,<30	1.831	2.063	2.343
	≥30	2.042	2.334	2.687
<i>SMM pierna izquierda</i>	Todos	1.712	2.016	2.383
	<25	1.680	1.887	2.136
	≥25,<30	1.805	2.046	2.337
	≥30	2.031	2.313	2.652
<i>SMM Tronco</i>	Todos	3.95	4.52	5.20
	<25	3.82	4.25	4.76
	≥25,<30	4.19	4.60	5.09
	≥30	4.55	5.05	5.64
<i>SMM Cuerpo completo</i>	Todos	8.57	9.80	11.29
	<25	8.38	9.20	10.19
	≥25,<30	9.10	9.97	11.02
	≥30	9.99	11.06	12.35

Valores tomados de: Peine et al., 2013 (54).

5.5 Alimentación y rendimiento

Los hábitos de alimentación hacen referencia a las decisiones habituales de individuos o grupos de personas con relación qué, cómo, con quién y por qué comen (55), incluyendo los factores individuales, sociales, culturales, religiosos, económicos, ambientales y políticos que puedan estar relacionados.

La alimentación es considerada un aspecto fundamental en el rendimiento y la recuperación, debido a que el adecuado aporte de calorías y nutrientes podría estimular la síntesis de proteínas, reducir el daño muscular, mejorar la recuperación, el rendimiento e incluso modificar la composición corporal (18).

De acuerdo con la ENSIN 2015, en adultos entre 18 a 64 años en el grupo de cereales, tubérculos, raíces, y plátanos, predominaba la ingesta de arroz o pasta y en menor medida arepa. Para el caso de las frutas y verduras, su ingesta estaba en 80.3%, siendo el 75.9% frutas enteras y 74,2% verduras cocidas. Sobre la ingesta de leche y productos lácteos se presentó un 86.9% de ingesta con 4,9 veces a la semana la de leche y de 82.5% la de derivados. Sobre el consumo de carnes, huevos y leguminosas, la ingesta de carnes fue de 94.3%, de huevos de 95.5%, pescado y mariscos de 65.3% y de granos secos de 93.8%. Para el caso de las grasas, alimentos como mantequilla, crema de leche y manteca de cerdo presentaron una prevalencia de 31.7%. Finalmente el consumo de azúcar o miel fue de 93.4% con una frecuencia de 13.3 veces por semana y una ingesta de golosinas o dulces del 54.1% con frecuencia de ingesta diaria de 0.3 y de gaseosas, té y refrescos de 71.6% (56).

Por otro lado, se considera que el entrenamiento requiere una alta exigencia física, al considerar la concentración, el tiempo empleado y la densidad o dificultad de las actividades incluidas, por lo cual un cadete puede entrenar durante aproximadamente 6 horas al día, cifra que se asocia con el tiempo de entrenamiento de un deportista de alto rendimiento (5), motivo por el cual es posible que en la población militar se presente la famosa “tríada del atleta”. Con relación a esto, el Comité Olímpico Internacional (IOC, por sus siglas en inglés), en 2014, publicó un consenso

en el cual se describe que la Deficiencia Energética Relativa en el Deporte o también conocido como el síndrome de RED-S (previamente conocido como tríada del atleta), hace alusión a la función fisiológica deteriorada, la cual incluye: tasa metabólica, función menstrual, salud ósea, inmunidad, síntesis de proteínas y salud cardiovascular causada por la deficiencia relativa de energía (57).

La baja ingesta de energía se suele expresar como la ingesta de energía menos el gasto de energía durante el ejercicio, expresado con relación a la masa libre de grasa (2). Los periodos prolongados de déficit de energía pueden afectar la salud, el rendimiento y la eficacia militar (2). Las personas que sufren de baja disponibilidad de energía a largo plazo, pueden desarrollar deficiencias de micronutrientes (ej.: anemia), fatiga crónica, mayor riesgo de infecciones y enfermedades, con el potencial de afectar el rendimiento y su salud, al provocar perfiles lipídicos desfavorables y disfunción endotelial que aumentan el riesgo cardiovascular o al manifestarse por medio de anormalidades hormonales y metabólicas como la reducción en la utilización de la glucosa, la movilización de las reservas de grasa, la ralentización de la tasa metabólica o la disminución en la producción de la hormona de crecimiento (57).

Por su parte, el personal militar puede experimentar episodios de déficit energético (el gasto de energía es superior a la ingesta), durante su carrera, debido posiblemente a: a) altos gastos de energía durante el ejercicio, b) una ingesta restringida de alimentos, c) limitaciones logísticas, d) un apetito disminuido, e) objetivo de un entrenamiento particular. Estos periodos podrían tener un impacto negativo en la salud y el rendimiento (2). De igual forma, la función neuromuscular se reduce después de un arduo entrenamiento (23), por lo que se hace evidente y necesario evaluar la recuperación y adecuada reposición de hidratación y alimentación.

El desafío en el ámbito militar consiste en equilibrar la alta demanda física con posibles déficits de energía (23), sueño (24), ambientes extremos, estrés psicológico (2) y recuperación durante su preparación o desempeño, para evitar la sobrecarga, la cual suele estar reportada en estudios como el de Chicarro et al (1998) y Both et al (2006) (23), adicional a los posibles déficits de micronutrientes que también pueden influir en el rendimiento, especialmente en condiciones con mayor actividad física (58).

En los soldados, los trastornos del estado nutricional se pueden observar a través de la insuficiencia ponderal, el sobrepeso, la obesidad y sus posteriores desenlaces a nivel de salud (59), además de un rendimiento físico y cognitivo deficiente (incapacidad para realizar tareas físicas, falta de concentración y disminución de la vigilancia) y a largo plazo un mayor riesgo de deficiencia de micronutrientes (mayor predisposición a lesiones), obesidad, hipertensión, enfermedad coronaria, diabetes, osteoporosis e insuficiencia renal (17), lo cual incrementa los costos asociados a salud por ausentismo o incapacidad.

Adicionalmente, el entorno militar puede considerarse en cierta forma restrictivo y/o de tiempo limitado, lo cual podría ocasionar la adopción de nuevos hábitos alimentarios como: comer más rápido o comer en exceso. La formación de hábitos puede presentarse entre 3-21 semanas (25). En países como Polonia, el servicio militar promueve un adecuado estado de salud, basado en optimizar el servicio de alimentación durante los entrenamientos militares de larga duración, porque previamente se encontró un incremento en los casos con sobrepeso y obesidad (60).

En el estudio De Bry et al, se cita la investigación de Margolis y col, en el cual se menciona que un entrenamiento militar de 4 días, los soldados en EEUU pueden alcanzar un gasto energético medio de 5.480 kcal/día, comparado con ingestas de energía de 3.098 kcal/día. Sin embargo, es importante mencionar que los gastos energéticos reales pueden variar dependiendo del abordaje y de la ingesta dietética, junto con la duración, frecuencia e intensidad de las operaciones militares realizadas (26) y que el aporte total de calorías también depende de la distribución del aporte de macronutrientes y del consumo de alimentos de fuentes externas.

5.6 Habilidades

Se considera que la fuerza, la velocidad, la potencia y la resistencia son atributos físicos esenciales en los programas de entrenamiento a largo plazo, debido a que su adecuado desarrollo disminuiría el riesgo de lesiones (61). Las capacidades condicionales se basan en la eficiencia metabólica de los músculos, la participación de diferentes sistemas (cardiovascular,

respiratorio, sistema nervioso, entre otros) (6) y las habilidades neuromusculares propias de cada deporte o práctica.

Para un óptimo desempeño de las tareas militares (levantamiento o transporte de cargas pesadas, patrullaje o enfrentar obstáculos), el desarrollo de la fuerza y la potencia es un aspecto esencial del entrenamiento regular de los soldados. La fuerza máxima puede mejorar al incrementar el tamaño del músculo por medio de un entrenamiento de hipertrofia o incrementando el papel de los factores neuronales mediante un entrenamiento de potencia (22).

5.6.1 Evaluación de la fuerza

La evaluación de la fuerza muscular es un aspecto importante en las pruebas de rendimiento físico. Esta evaluación puede comprender condiciones dinámicas (como: isotónicas o isocinéticas) o estáticas (isométricas), las cuales se seleccionan de acuerdo con los objetivos de entrenamiento o las demandas o necesidades de las personas (24).

Las pruebas isocinéticas se suelen utilizar para evaluar la fuerza, las asimetrías de fuerza y monitorear las reducciones en la fuerza muscular que puedan favorecer la pérdida de rendimiento y con esto, incrementar el riesgo de lesiones (62). Las pruebas enfocadas a valorar el desempeño del tren inferior del cuerpo pueden ser ideales en la monitorización del desempeño neuromuscular, especialmente porque se considera que este tipo de prueba tiene un valor potencial como medio para evaluar la capacidad del individuo para satisfacer las demandas funcionales de su deporte (62).

5.6.2 Plataformas de fuerza

La plataforma de fuerza o “forceplate” (63) es un transductor de fuerza, en el que las fuerzas y movimientos aplicados sobre una placa se van a transformar en señales de voltaje. Está compuesta por varios transductores primarios (que permiten convertir los componentes de fuerza en tensión) y transductores secundarios (que convierten la tensión en una señal eléctrica).

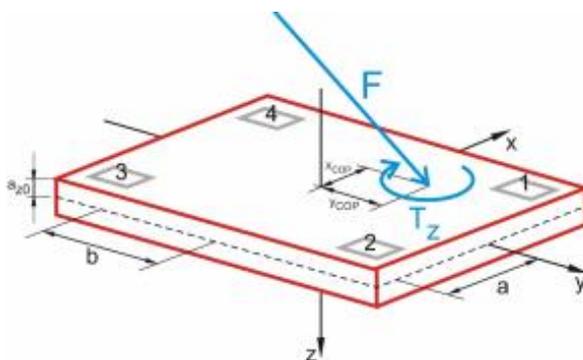


Ilustración 1: Plataforma de fuerza
Tomada de: Scorza et al., 2018 (64).

Es utilizada para medir la fuerza total aplicada por el pie al suelo (sumatoria de todas las fuerzas que actúan sobre la planta del pie) en la superficie cuando un sujeto se posa o camina sobre esta (63). Pueden utilizarse en pruebas de choques en fábricas de autos, para analizar la marcha en evaluaciones clínicas, realizar análisis del rendimiento, análisis de fenómenos dinámicos como correr o saltar y mediciones estáticas como la estabilidad y el equilibrio postural (64,65). Algunas plataformas solo brindan los componentes de la fuerza (generalmente vertical), pero la mayoría suele brindar una descripción tridimensional del vector de fuerza (tres componentes: vertical, lateral y longitudinal) de reacción del suelo (63) y permiten calcular el centro de presión (64).

Dentro de sus aplicaciones es importante destacar que, la medición de la distribución de la fuerza/presión debajo de los pies de los deportistas durante sus actividades de entrenamiento de rutina puede ser relevante para garantizar que distribuyen su peso de forma uniforme y desarrollen fuerza física en ambas piernas de forma uniforme (66).

La plataforma básica suele tener unos 100 mm de altura con una superficie de 400x600 mm aproximadamente. La superficie superior es rígida y suele ser metálica. Dentro se pueden ubicar varios transductores que miden los pequeños desplazamientos de la superficie en tres ejes una vez se aplique la fuerza. Las señales eléctricas de salida se pueden procesar para obtener 3 componentes de fuerza (vertical, lateral y longitudinal), dos coordenadas del centro de presión y momentos sobre el eje vertical (63).

5.6.3 Test de salto

Al hablar de salto, generalmente se hace referencia al salto vertical, el cual es considerado un movimiento complejo que requiere un alto grado de coordinación motora, entre la parte superior e inferior del cuerpo (67). La altura máxima alcanzada es un indicador que refleja la potencia muscular de las piernas y permite conocer información relacionada con la capacidad funcional y rendimiento en diferentes deportes (67).

Existen diferentes pruebas y protocolos para evaluar la capacidad de salto vertical como: Salto en contramovimiento (CMJ o Countermovement Jump), salto con caída (DJ), salto en cuclillas (SJ) y salto Abalakov (AJ). Se ha asociado el rendimiento en salto vertical para evaluar parámetros de rendimiento en diferentes deportes, porque se asocia con la fuerza máxima, la capacidad de realizar sprint y con el cambio de dirección (67).

Estas evaluaciones son posibles mediante el uso de plataformas de fuerza, las cuales se consideran el estándar de oro al evaluar la cinética de la curva fuerza-tiempo (68). Por su parte, el test de salto permite analizar la capacidad física del sujeto evaluado, de generar fuerza y potencia del tren inferior, con la finalidad de analizar el desempeño que puede ser determinante durante la ejecución de sus diferentes actividades. Es por este motivo, que evaluar qué estrategias realiza la persona al saltar, permite determinar las causas del rendimiento y de su desempeño físico.

La prueba de salto con contra movimiento se considera útil para monitorear las adaptaciones del desempeño, la resistencia a la fatiga y el riesgo de lesiones (1). Según Alba-Jiménez (2022), los beneficios del uso de pruebas de salto vertical para establecer la fatiga neuromuscular es que se consideran pruebas prácticas, válidas y fiables, con una sensibilidad superior prolongada a la función neuromuscular alterada, porque puede reflejar la capacidad de estiramiento y acortamiento de los músculos de las extremidades inferiores (69). De igual forma, el CMJ permite identificar fatiga, asimetrías y compensación (12) (60).

En un salto en contramovimiento (CMJ), el saltador debe iniciar el movimiento desde una posición erguida, posteriormente realiza un movimiento descendente preliminar que consiste en flexionar las rodillas, las caderas y después extender de forma inmediata y vigorosa las rodillas y caderas para saltar verticalmente del suelo (70). El CMJ se caracteriza por el movimiento de flexión de rodilla y cadera hasta una posición auto ajustada y un movimiento explosivo hacia arriba para obtener la velocidad de salida más alta (71).

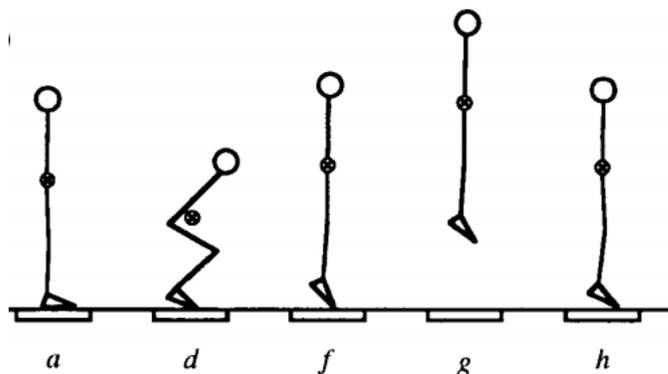


Ilustración 2: Fases del salto en contra movimiento (CMJ)
Tomado de: Linthorne, 2001 (70)

La prueba de salto en contra movimiento puede ser útil para monitorear las adaptaciones del desempeño, la resistencia a la fatiga y el riesgo de lesiones (1), por lo que generalmente se incluye dentro de la evaluación de la capacidad física debido a su asociación positiva con fuerza, potencia y velocidad (72). Según Alba-Jiménez (2022), los beneficios del uso de pruebas de salto vertical para establecer la fatiga neuromuscular es que se consideran pruebas prácticas, válidas y fiables, con una sensibilidad superior prolongada a la función neuromuscular alterada, porque

puede reflejar la capacidad de estiramiento y acortamiento de los músculos de las extremidades inferiores (69).

El salto inicia en posición bípeda o posición inicial, por lo que la velocidad es cero y el cambio de la velocidad se considera igual a la velocidad final, es decir, en la dirección vertical en la que actúa la gravedad, debido a que el cambio de la velocidad del centro de gravedad se da en sentido positivo o a favor de la gravedad, teniendo en cuenta que la línea de referencia se basa en el peso del sujeto evaluado (71).

Durante la fase inicial, la fuerza registrada corresponde al peso del sujeto y como no se presenta movimiento la velocidad es cero. Posteriormente, en el descenso se observa una disminución de la curva de la fuerza debido a la acción de la gravedad, siendo una aceleración negativa (desaceleración), que a su vez va a ocasionar la disminución de la fuerza de reacción del suelo ($F=m*a$), por lo que en el primer momento al finalizar el descenso la fuerza registrada será igual al peso corporal, es en este momento en donde la fase excéntrica comienza. Cuando se observa que la velocidad es igual a cero, se determina el final de la fase excéntrica e inicio de la fase concéntrica (71). Posteriormente la caída de la curva de fuerza permite identificar el despegue del sujeto de las plataformas hasta su despegue completo, lo cual corresponde a la fase de vuelo. Por último, se encuentra la fase de aterrizaje, la cual se puede identificar a través del pico máximo de fuerza de reacción al tocar la plataforma.

A continuación, se presentan resultados de las variables del CMJ en tres deportistas de diferentes disciplinas, con lo cual puede observarse la importancia del salto, potencia o velocidad de acuerdo con la necesidad del movimiento ejecutado (Ver tabla 4).

Tabla 4: Resultados de las variables del CMJ en 3 atletas de élite

	Levantador de pesas	Futbolista	Baloncesto
Tiempo de vuelo [cm]	56	36	55
Impulso concéntrico [Ns]	218	184	280
Impulso concéntrico 0-100 ms [Ns]	124	161	155
Pico de Potencia / PC (W/s/kg)	81	60	71
TDP Concéntrica 0-50 ms / PC (W/s/kg)	564	834	446
Tiempo de vuelo: tiempo de contracción	0.9	1.2	0.9
Tiempo al Pico de potencia [s]	0.7	0.4	0.6
Desaceleración excéntrica TDF / PC (N/a/kg)	104	300	86

Tomado de: MINDEPORTE (2018). Lineamiento de política Pública – Biomecánica

El CMJ se considera un movimiento que se beneficia del “ciclo de acortamiento -estiramiento (CEA)”, porque los músculos están “pre estirados” antes de acortarse en la dirección deseada y se ha demostrado que esto mejora la producción de fuerza y rendimiento de trabajo de los músculos en el movimiento posterior (70). Debido a que este ciclo participa en la mayoría de las actividades deportivas, el CMJ se considera una prueba central de programas tanto de perfil como de monitoreo, debido a su fiabilidad, facilidad de implementación y posibilidad de realizar análisis de las fases excéntricas, concéntricas y de aterrizaje (71).

La curva fuerza – tiempo del CMJ permite analizar las características cinéticas y temporales del movimiento (73). El CMJ implica una fase descenso seguida de una fase de ascenso que lleva al vuelo y el análisis de las fases puede ayudar a comprender la función neuromuscular de un sujeto durante el salto vertical (72). Se prefiere deconstruir el CMJ en fases concéntricas y excéntricas, que permiten evaluar los periodos de movimiento descendente y ascendente (72).

Claudino et al (2017) realizaron un metaanálisis, en el que se analizaba el CMJ como alternativa para monitorear el estado neuromuscular, encontrando, que la altura promedio era más sensible que la altura más alta para detectar la fatiga y supercompensación del CMJ, mientras que la potencia máxima, potencia media, velocidad máxima, fuerza máxima, el impulso medio y la potencia fueron sensibles durante el seguimiento a los efectos de supercompensación derivados del entrenamiento (74).

El realizar estas pruebas en plataformas de fuerza permite comprender la estrategia de movimiento utilizada para obtener el resultado durante el salto. Se considera que las placas de fuerza brindan la capacidad de realizar una gran variedad de evaluaciones neuromusculares para determinar las capacidades físicas de fuerza y potencia (1), de las extremidades tanto superiores como inferiores, con métodos que pueden resultar menos fatigantes y más seguros que las evaluaciones utilizadas a repetición y que pueden utilizarse en entornos militares (1).

5.6.4 Lesiones derivadas del entrenamiento militar

Las lesiones músculo esqueléticas son consideradas una causa importante de morbilidad, debido a que implican pérdida de tiempo valioso destinado al entrenamiento, reducción del desempeño y lesiones severas que requieran incapacidades médicas (5).

Las lesiones pueden presentarse por diferentes factores intrínsecos: demográficos (Edad), anatómicos, aptitud física, comportamientos de salud (sedentarismo, tabaquismo, lesión previa), como extrínsecos: actividades con mayor riesgo, intervenciones por parte del equipo de formación (75).

El riesgo de una lesión se aumenta conforme se incrementa la cantidad de entrenamiento (exposición aumentada), por lo que se hace necesario mantener o modificar parámetros como: frecuencia, duración e intensidad que influyen como dosis-respuesta (76). Entre mayor sea el nivel de aptitud física actual se puede proteger de mejor forma contra futuras lesiones (76).

De igual forma, dentro de las causas más comunes asociadas con la presentación de lesiones, se encuentra la fatiga, que puede ser el resultado de efectos acumulativos de fuerzas, producto de un sobre entrenamiento, movimientos repetitivos o acciones contundentes (5).

Por lo que, para poder garantizar que los programas de entrenamiento físico sean óptimos, se debe identificar el estado de salud y niveles de condición física, para poder establecer las respuestas fisiológicas derivadas del entrenamiento (77).

La preparación física en entornos tácticos puede ir acompañada de una alta incidencia de lesiones debido a sobreacumulación de fatiga neuromuscular (1). Según Alba-Jiménez (2022), la fatiga neuromuscular se puede definir como “*una reducción inducida por el ejercicio en la fuerza voluntaria máxima que puede generar un músculo o grupo de músculos*” con cambios en la función neuromuscular que pueden deberse a la contracción muscular repetida o sostenida y pueden presentarse a nivel periférico o central con un periodo de tiempo de 48 h o más (69). La fatiga neuromuscular puede estar atribuida con orígenes centrales y periféricos, pero pueden presentarse interacciones entre ambas, debido a un impulso motor proveniente de perturbaciones independientes al grupo muscular evaluado (78).

Después de una lesión o una recuperación en la fase postoperatoria temprana, se pueden presentar estrategias compensatorias que alejan la carga mecánica de la articulación o extremidad afectada, las cuales pueden ser consideradas como “adecuadas o esperadas”, pero estas adaptaciones también pueden considerarse desadaptativas si persisten más allá de la recuperación de la capacidad de carga mecánica (79).

Por otro lado, sobre la prevalencia de lesiones, a nivel internacional, para Gilchrist et al. (2000), la mayoría de las lesiones tanto de hombres como mujeres que participaban en entrenamiento básico (BT) militar, eran lesiones derivadas del sobreuso (60-80%) (Ej.: Tendinitis de Aquiles, síndrome rotuliano femoral, fascitis plantar y fracturas por estrés), estando presentes principalmente en las extremidades inferiores (80-90%) (76).

Según investigaciones realizadas por Cowan, Jones & Shaffer (2011) en Estados Unidos, las lesiones relacionadas con el ejercicio van desde un 14 a 42% en los hombres y del 27-61.7% en mujeres, siendo la mayoría lesiones en miembros inferiores y lesiones por sobreuso (80)

Keith et al (2010) sobre la prevalencia de lesiones en el ejército en Estados Unidos, enfatizaron en la importancia de no subestimar estas cifras, al centrarse únicamente en lesiones agudas traumáticas o trastornos musculo esqueléticos, debido a que muchas lesiones se derivan de microtraumas por sobreuso en recreación, deporte, formación y desempeño de sus labores (29). En 2006 el 82% de los trastornos musculoesqueléticos encontrados fueron: inflamación/dolor, alteraciones articulares (15%), fracturas por estrés (2%), articulaciones como rodilla (22%), columna lumbar (20%), tobillo/pie (13%) (29).

De igual forma, a nivel nacional, en el estudio realizado por Pinillos et al, 2016, en la ESMIC, se consideró que la mayoría de las lesiones provienen de cadetes de mayor rango (campana 6 a 8), por llevar un mayor tiempo de entrenamiento, sumado a las pocas horas de descanso (5 horas en promedio) (5). Con relación a lo anterior, Gómez y cols., 2016, realizaron una investigación con 216 cadetes de la ESMIC, para caracterizar las lesiones derivadas del entrenamiento físico militar, entrevistando cadetes de tercero, cuarto y quinto nivel, siendo así: 82 cadetes de tercer nivel (66 hombres, 16 mujeres), 50 de cuarto nivel (46 hombres, 4 mujeres) y 83 de quinto nivel (71 hombres, 12 mujeres) (33).

Sobre los resultados, en el nivel 3 encontraron que de 82 cadetes el 13% presentó lesiones antes del ingreso a la escuela, siendo la periostitis la lesión más común, seguida de tendinitis y esguinces. Sobre las lesiones, 9 estaban relacionadas con la práctica de un deporte previo a su ingreso y 4 de estas se presentaron por traumatismos. Durante su estadía en la ESMIC el 37.8% de los cadetes informó presentar una lesión, siendo la periostitis la más frecuente (15%), seguida de fisuras (6.1%) y meniscos (1.2%). A pesar de sus lesiones sólo el 20.8% cumplió su rehabilitación. Sobre la práctica de actividad física se reportó que el 45% de los cadetes realizaban 3-4 horas al día de práctica militar, 24% realizaban entre 1-2 horas, 9% más de 5 horas y 3% menos de una hora (33).

En el nivel 4 encontraron que de 50 cadetes el 15% presentó lesiones antes del ingreso a la escuela. Durante su estadía en la ESMIC el 15.7% de los cadetes informó presentar una lesión, de estos 13.9% presentó más de una lesión, 1.6% presentó al menos una lesión y 1.7% eran deportistas. La periostitis también fue la lesión más común (6.9%), después la fisura (5.4%) y el esguince (3.6%). Las posibles causas de lesión más resaltadas incluyeron: condiciones del terreno (12.1%), volteo (3.4%) y calzado inadecuado (3.4%). De los cadetes lesionados 5.2% recibió algún tipo de rehabilitación y 10.3% no recibió ningún tratamiento (33).

En el nivel 5 encontraron que de 83 el 13% presentó al menos una lesión previo a su ingreso, siendo la fractura la más frecuente, posteriormente la periostitis, esguince y tendinitis las lesiones más frecuentes, cuyo origen pudo deberse a una caída o accidente. De los 83, sólo el 7.9 % eran deportistas y de estos sólo el 10% completó su rehabilitación, mientras que 3.4% no recibió ningún tratamiento (33). De los 83 cadetes, 50.6% tenían entre 1-2 horas de práctica militar, 23.6% realizaban entre 3-4 horas diarias y el 10% realizaba más de 5 horas diarias de práctica militar. Durante su estadía, 38.2% sufrió algún tipo de lesión durante su estadía, siendo de igual forma la periostitis la lesión más frecuente (12.4%), posteriormente la fisura (11.2%), la tendinitis (4.5%), las luxaciones (3.4%), esguinces (2.2%), fracturas, distensión y lesión de meniscos (1.1%) (33).

Se mencionaron como causas relevantes: el uso de calzado inadecuado (botas) para realizar prácticas militares, terrenos inestables, poco control al tiempo de entrenamiento, anomalías físicas, peso corporal, lesión previa género y técnicas de entrenamiento (75) lo cual puede aumentar la fatiga y/o sobrecarga muscular, considerados factores de riesgo relevantes en la aparición de lesiones (33) en población militar. De igual forma, se observó un bajo cumplimiento durante las rehabilitaciones, lo cual hace a los cadetes más propensos a presentar una nueva lesión.

Castro & Melo (2018), también realizaron una revisión sobre la prevalencia de lesiones como resultado del entrenamiento físico militar en la Escuela Militar de Cadetes General José María

Córdova (29). Se encontró que la duración del entrenamiento en cadetes de primer nivel oscila en mínimo 2 horas, con variaciones entre 4 o más (27.1%) de 5 horas al día (8.4%), con entrenamiento de 5 días (35.4%) y 6 días (54.2%), en el caso de los cadetes de segundo nivel, pasaron a 2 horas (41.5%), 4 horas (32.1%) y más de 5 horas (22.6%). Finalmente, en el tercer nivel se evidenció la mayor disminución de tiempo dedicado al entrenamiento, encontrando 2 horas (41.5%), 4 horas (25.9%) y más de 5 horas (18.5 %). De igual forma, encontraron que las lesiones más comunes fueron: periostitis, esguince y tendinitis. La mayor parte de las lesiones se presentaron en los miembros inferiores en un 85% (29).

5.7 Factores de riesgo

Para poder comprender las posibles causas y factores de riesgo de las lesiones músculo esqueléticas, es necesario considerar factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos (81). Los intrínsecos corresponden a características propias del individuo, dentro de los cuales se pueden encontrar: edad, etnia, sexo, anatomía y aptitud física, mientras que las extrínsecas pueden ser modificadas: programas de entrenamiento, equipo utilizado, condiciones del terreno, sedentarismo, consumo de alcohol y tabaco (82), entre otros.

Se consideró importante analizar posibles factores de riesgo relevantes en la aparición de lesiones en población militar. Se incluyó: el consumo de alcohol, tabaco y el tiempo de sueño.

5.7.1 Consumo de Alcohol y tabaco

De acuerdo con Haibach et al (2017), las principales causas de mortalidad prematura y discapacidad en militares derivadas de la salud crónica entre veteranos y no veteranos se encuentran relacionadas con el consumo de tabaco, la inactividad física, la mala alimentación y el abuso de alcohol (83).

A través de la historia, el alcohol ha sido utilizado como medio para “aliviar el estrés”, como “regulador de la experiencia emocional” o “mecanismo para afrontar los eventos traumáticos”, que pueden llevar al abuso en su consumo (84). En el caso de la población militar existe una predisposición sobre su consumo por la aceptación que suele tener dentro de las normas sociales, por lo cual su excesivo consumo también puede tener un impacto negativo en la salud física y mental (84).

Por su parte, Knapik & Bedno (2018), encontraron en un metaanálisis que los militares que fumaban tenían 1.31 veces mayor probabilidad de sufrir lesiones que los no fumadores y este riesgo aumentaba o disminuía según la intensidad de consumo (fumadores bajos: 1.27, medios: 1.37 y altos: 1.17 veces) y adicionalmente, el riesgo disminuía conforme dejaron de fumar. Sin embargo, los efectos del tabaquismo no eran específicos de un tipo de lesión, sino que posiblemente los numerosos compuestos presentes en el humo del tabaco podrían alterar la reparación de tejidos especialmente en huesos y tendones (85).

En EEUU de acuerdo con Bedno et al (2019), la prevalencia de consumo de cigarrillo oscila en un 32% entre los soldados (34.5% en hombres y 15% en mujeres) (82). Fumar cigarrillo se ha asociado con un mayor riesgo de lesiones (86), especialmente fracturas, complicaciones perioperatorias y retraso en la cicatrización de heridas (82).

El uso indebido de alcohol y tabaco se considera un problema relevante de salud pública para el ejército, al estar relacionado con pérdida de la productividad, deterioro de la preparación militar y problemas de salud (83). Por el contrario, se considera que la ingesta de frutas y verduras, junto con la práctica de actividad física podrían moderar los síntomas depresivos y la dependencia a la nicotina (83).

5.7.2 Sueño

Según Singh et al (2019), el sueño se puede definir *“conductualmente como un estado inconsciente con una postura supina característica, falta de movilidad, ojos cerrados y aumento*

del umbral de excitación" (87). Es considerado un fenómeno reparador, necesario para la recuperación y estabilización de procesos sinápticos (87) y puede contribuir a la restauración y mantenimiento molecular y celular, el equilibrio del sistema inmunológico y la reparación de enfermedades y lesiones (88).

Algunos investigadores se han centrado en la contribución de la comodidad a la calidad del sueño siendo el microclima esencial en factores como: la temperatura del aire, la humedad, el flujo de aire, la ropa de cama y de dormir (88). Sin embargo, se ha estudiado más la calidad del sueño, definida como la autosatisfacción de un individuo con todos los aspectos relacionados con el sueño, estando conformada por 4 componentes: eficiencia del sueño, latencia del sueño, duración del sueño y despertar después del inicio del sueño (89) y otras como el despertar espontáneo o la apnea (90).

Dentro de los efectos positivos de una buena calidad de sueño, se encuentran: sentirse descansado, tener reflejos normales y relaciones positivas, mientras que en las consecuencias de una mala calidad de sueño destacan: fatiga, irritabilidad, disfunción diurna, respuestas más lentas y mayor consumo de cafeína y alcohol (89).

La mala calidad de sueño, también puede convertirse en un trastorno del sueño, el cual puede estar relacionado con disfunciones neurocognitivas, déficit de atención, deterioro del rendimiento cognitivo, depresión, ansiedad, estrés y control deficiente de los impulsos (90). La falta de sueño puede afectar de forma significativa el rendimiento diurno, incrementando el riesgo de accidentes o de lesiones. En el caso de realizar actividad física prolongada y/o de alta intensidad, se requiere suficiente sueño previo a su práctica y asegurar una recuperación posterior al mismo para favorecer el rendimiento (88).

De acuerdo con Huang et al (2021), el personal militar puede presentar dificultades para cumplir con los requisitos de un sueño, tanto en tiempo y calidad, considerando la importancia de mantener la continuidad de su entrenamiento y/o actividades programadas, sumado a las tareas de despliegue o combate (91). Good et al (2021), mencionan que los miembros del servicio deben

dormir en cualquier oportunidad disponible, a pesar de estar en entornos ruidosos o no tradicionales, por lo que lograr acumular una cantidad adecuada de sueño reparador es un problema, especialmente por razones de seguridad personal o rendimiento de la unidad. De igual forma, Mantua et al (2021), mencionan que también pueden estar incluidos factores ocupacionales, culturales y psicosociales (92), lo cual altera su patrón de sueño diario, siendo muy frecuentes los trastornos del sueño en el ejército.

Dentro de los trastornos más prevalentes destaca el insomnio, que puede alterar funciones cognitivas como la memoria de trabajo, la función ejecutiva, la memoria declarativa y aumentar el riesgo de accidentes, de igual forma, la apnea obstructiva del sueño (AOS), la apnea central del sueño (CSA) y los trastornos de hipoventilación pueden generar consecuencias cardiovasculares adversas (91).

Huang et al (2021) en su revisión encontraron 4 factores de riesgo sociodemográficos para los trastornos respiratorios del sueño en población militar: sobrepeso/obesidad, mayor IMC, sexo masculino, ser mayor de 35 años y un factor de comorbilidad: depresión, mientras que para el insomnio en personal militar con servicio activo, 4 factores sociodemográficos: envejecimiento, dependencia del alcohol, raza blanca y sexo femenino y 4 comorbilidades: depresión, estrés postraumático, lesión cerebral traumática y ansiedad (91).

Por otro lado, según Knapik et al. (2022), una menor calidad o duración del sueño podría estar asociado con un mayor riesgo de presentar una lesión músculo esquelética y esto a su vez se puede explicar mediante los cambios hormonales que pueden incrementar el catabolismo muscular, el aumento de los procesos inflamatorios posteriores al ejercicio y los efectos negativos sobre la formación de nuevo hueso (86).

De igual forma, según Bulmer et al (2022), la disminución del sueño puede estar relacionado con incremento del estrés, la fatiga y la disminución de la recuperación (93), debido a que el sueño tiene un papel relevante en la adaptación física, la cognición y consolidación de nuevas

habilidades. Una privación constante del tiempo destinado para dormir, puede ocasionar una deuda de sueño en algunos reclutas, que puede ocasionar la aparición de un trastorno del estado de ánimo y reduce el desempeño de tareas ocupacionales y al mismo tiempo su capacidad cognitiva (93).

6. Hipótesis

6.1 Hipótesis de trabajo

¿Existe relación entre los hábitos de alimentación, la composición corporal y el rendimiento en los cadetes ingresantes a la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova?

6.2 Hipótesis nula (H0)

No existe suficiente evidencia para relacionar los hábitos de alimentación y la composición corporal con el rendimiento, debido posiblemente a que esta condición depende más de las condiciones basales con las cuales ingresan los cadetes a la ESMIC, que de su entrenamiento y hábitos alimentación durante su periodo de formación

7. Metodología

7.1 Tipo de investigación

Se realizó un estudio observacional y descriptivo correlacional.

7.2 Sujetos de estudio

Se evaluaron 105 cadetes ingresantes en la valoración inicial (basal) y 91 cadetes hombres en la valoración 4 meses después entre 18-26 años, ingresantes a la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova en Bogotá de primer año, durante el segundo semestre de 2022.

7.2.1 Criterios de inclusión y exclusión:

-Inclusión:

- i) Hombres entre 18-26 años
- ii) Ingresantes a la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova

-Exclusión: Personas con lesiones osteomusculares previas al estudio, o que presenten dolor articular u osteomuscular o inflamación que les impida realizar la prueba de salto. De igual forma, sujetos que presenten condiciones de riesgo que puedan estar relacionados con deshidratación (Ej: Diarrea, emesis o actividad intensa previa a la valoración).

**Nota:* No se tienen en cuenta más criterios de exclusión, porque previo al ingreso los ingresantes cuentan con una valoración médica que certifica un adecuado estado de salud y/o condiciones para unirse a la escuela militar.

7.3 Variables

Tabla 5: Variables

<i>Tipo variable</i>	<i>Nombre de la variable</i>	<i>Definición conceptual</i>	<i>Dimensión</i>	<i>Definición operacional</i>	<i>Naturaleza</i>	<i>Escala de medición</i>	<i>Clasificación</i>	<i>Rango de medición / Valor</i>
Dependiente	Composición corporal	"Rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación in vivo de los componentes corporales, las relaciones entre estos y los cambios cuantitativos en los mismos relacionados con factores influyentes" (94).	Peso	Resultado de una mezcla de diferentes tejidos en proporciones variables (94)	Cuantitativa	Continua	No aplica	Kilogramos
			Talla	Estatura o altura que presenta un individuo desde los pies hasta la cabeza	Cuantitativa	Continua	No aplica	Centímetros
			IMC	Indicador que correlaciona de acuerdo con la edad, el peso corporal total con relación a la talla (52)	Cuantitativa	Continua	Delgadez Normal Sobrepeso Obesidad Obesidad grado I Obesidad grado II Obesidad grado III	< 18,5 ≥18,5 a <25 ≥25 a < 30 ≥30 30 a 34,9 35,0 a 39,9 ≥ 40,0
			Masa grasa	Cantidad de tejido adiposo con relación a los demás componentes	Cuantitativa	Continua		Kilogramos
			Masa magra	Se obtiene de la diferencia entre el peso y la masa grasa. El mayor componente corresponde al agua corporal (73.2%) y también la componen los músculos, huesos, órganos, cartílagos, tendones y ligamentos	Cuantitativa	Continua		Kilogramos

			Masa muscular	Cantidad de tejido músculo esquelético con relación a los demás componentes	Cuantitativa	Continua	Desglose en 6 componentes: cuerpo completo, torso, brazo derecho e izquierdo y pierna derecha e izquierda	Kilogramos	
			Agua corporal total (TBW)	Sumatoria del agua extracelular e intracelular	Cuantitativa	Continua	-TBW: se espera que en un adulto sea del 60 %	Porcentaje	
			Grasa visceral (VAT) y circunferencia de cintura (WC)	Ubicación de grasa corporal en la cavidad abdominal, la cual es considerada un riesgo para enfermedades cardiovasculares	Cuantitativa	Discreta	Perímetro de cintura: Hombres >90 cm Mujeres >80 cm	cm	
Independiente	Caracterización sociodemográfica	Hace referencia al conjunto de características biológicas, sociales, económicas, que representan a la población	Sexo	Variable biológica que clasifica a la población en hombres y mujeres (95)	Cualitativa	Nominal - Dicotómica	No aplica	Masculino; Femenino	
			Edad	Número de años cumplidos en el último cumpleaños (95)	Cuantitativa	Discreta	No aplica	Años	
			Estrato socioeconómico	Clasificación en 6 estratos de los inmuebles residenciales que deben recibir servicios públicos (96)	Cualitativo	Ordinal	No aplica	0/1/2/3/4/5/6	
			Departamento de procedencia	Origen geográfico o indicación referida a un país o a un lugar situado dentro del país (95)	Cualitativo	Nominal	Según departamento		
			Zona	Se refiere a la clasificación del lugar	Cualitativo		No aplica	Rural; urbana	

			geográfico en el que reside un individuo		Nominal-Dicotómica		
Estilos de vida		Consumo de alcohol	Frecuencia consumo de bebidas alcohólicas	Cualitativa	Ordinal	No aplica	Nunca 1 vez al día 2 o más veces al día 2-5 veces a la semana 2-3 veces al mes Consumo social
		Horas de sueño	Número de horas de sueño	Cualitativa	Ordinal	No recomendado Puede ser apropiado Adecuado Puede ser apropiado No recomendado (97)	< 6 horas 5-6 horas 7-9 horas 10-11 horas >11 horas
Frecuencia de consumo de alimentos	Encuesta que permite establecer a partir de un listado de alimentos la frecuencia y cantidad de un alimento o grupo de alimentos en un periodo de tiempo establecido	Grupos de alimentos	Frecuencia de consumo de alimentos según el periodo de tiempo establecido	Cualitativa	Ordinal	Grupos: Cereales y Tubérculos Frutas y verduras Leche y derivados Carnes, huevos y leguminosas Grasas Azúcares Bebidas Hidratantes Bebidas Energizantes Agua	Según regularidad: Diario Semanal Mensual Ocasional Nunca
Rendimiento	Capacidad o aptitud con la que cuenta un sujeto para ejecutar un trabajo con mínimo empleo de funciones energéticas y funcionales	Test de salto	Salto en contramovimiento (CMJ)	Cuantitativa	Nominal	Altura Asimetría concéntrica Asimetría excéntrica Asimetría en el aterrizaje Pico de potencia Fuerza excéntrica Fuerza concéntrica Fuerza de aterrizaje	
Interviniente	Lesión	Número de lesiones presentadas	Lesiones presentadas en los últimos 4 meses	Cuantitativa	Ordinal	No aplica	Números enteros (1,2,3,4...)

alguna parte del cuerpo como consecuencia de un golpe, herida o sobreentrenamiento	Tipo de lesión	Alteración en la morfología y/o fisiología de órganos, tejidos o segmentos corporales	Cualitativa	Ordinal	Esguince Luxación Fractura Tendinopatía Lesiones de Cartílago Lesiones musculares Contusión Otra
	Localización de la lesión		Cualitativa	Ordinal	A-Miembro Superior (Cabeza, cuello, hombro, brazo, codo, antebrazo, muñeca, mano) B -Región Abdominal (Pecho, abdomen, espalda) C -Miembro inferior (Cadera, pelvis, muslo, rodilla, etc)

7.4 Técnicas de medición

Se tuvieron en cuenta las siguientes medidas de bioseguridad asociadas al COVID-19: a) uso de elementos de protección personal en los evaluadores, b) uso obligatorio y permanente de mascarilla en los sujetos evaluados, c) lavado y desinfección de manos frecuente, d) Uso de alcohol o desinfectante en superficies y equipos después de cada valoración, e) distanciamiento social, f) exposición de menos de 15 minutos por sujeto evaluado, g) no valoración de sujetos que presenten síntomas respiratorios o de sospecha por posible contagio.

Se determinó la toma de medidas antropométricas, según protocolo ISAK. Las medidas antropométricas incluidas fueron:

- Estatura
- Peso
- Circunferencia de cintura

Por otro lado, se utilizó un equipo de Bioimpedancia octopolar para obtener información sobre la composición corporal de los cadetes. Se le solicitó al sujeto mantener una adecuada postura durante la medición (Bipedestación). Adicionalmente, se retiraron objetos metálicos (Ej.: cadenas o relojes) que pudieran presentar conducción eléctrica y alterar los resultados de la medición.

Posteriormente se realizó una prueba de salto utilizando una plataforma de fuerza. Previo a la prueba de salto contra movimiento (CMJ), se instruyó a los cadetes sobre el movimiento que debían realizar y se realizó una prueba de calentamiento.

Durante la prueba de salto el sujeto realizó 5 saltos, dentro de los cuales se eligieron aquellos 3 que se encontraron por debajo del 10% de covarianza. El sujeto evaluado inició

el movimiento desde una posición erguida con las manos en la cintura, posteriormente realizó un movimiento descendente preliminar que consiste en flexionar las rodillas, las caderas y después extender de forma inmediata y vigorosa las rodillas y cadera para saltar verticalmente del suelo (70) y caer sobre la plataforma de fuerza, que registró la información obtenida.

7.5 Instrumentos y/ equipos

Los cadetes fueron valorados en el Centro de investigaciones de la Cultura física (CICFI) de la Escuela militar de cadetes “General José María Córdova” (ESMIC-Bogotá, Colombia), en el laboratorio de nutrición y el de biomecánica, donde se contó con los siguientes equipos utilizados para la valoración de los cadetes ingresantes:

- ✓ Análisis de impedancia bioeléctrica de 8 puntos, mBCA 515 (Body Composition Analyzer, Hans E. Ruth S. A, Hamburg, Germany), marca SECA. El equipo posee una capacidad de 300 kg, graduación de 50 g (62).
- ✓ Estadiómetro digital, marca Seca, referencia 274
- ✓ Cinta métrica Lufkin W606PM. Longitud: 2 metros; Ancho de la cinta: 6 mm (1/4 pulgada).
- ✓ Plataforma de fuerza Uniaxial marca PASCO dimensiones 40x40 cm

7.6 Recolección y procesamientos de datos

Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas aplicadas fueron extraídos en una plantilla de Excel para posteriormente ser analizados.

- Se utilizó el software de análisis de salto vertical -CMJ- Forcedecks, el cual recoge, analiza y procesa los datos.
- Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el programa STATA (ver. 17.0)

Adicional a las pruebas mencionadas previamente, se incluyó un cuestionario semiestructurado para recolectar la información, dentro del cual también se incluirá el consentimiento informado. Para la fase de recolección de información, se valoraron a los cadetes por orden de llegada y al azar, considerando que se encontraran estables.

Se elaboró una encuesta semiestructurada como formulario de Google, dividida en 5 segmentos: 1) consentimiento informado (nombre, correo, número de documento), 2) datos de identificación (edad, sexo, procedencia, zona, estrato), 3) estilo de vida (consumo de alcohol, tabaco, horas de sueño), 4) hábitos de alimentación: número de comidas ingeridas durante el día, omisión o no de tiempos de comida, régimen alimentario especial y frecuencia de consumo de alimentos realizada por un profesional de nutrición, quien se encargó de resolver dudas e inquietudes durante su diligenciamiento) 5) lesiones (número de lesiones presentadas durante el último año, localización de la lesión, tipo de lesión, atención y rehabilitación recibida).

El cuestionario sobre hábitos de alimentación se basó en el cuestionario aplicado en la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN), pero fue modificado según la información considerada de interés, sin alterar su estructura metodológica.

7.7 Análisis de resultados

Para la fase de análisis de la información recolectada, se ejecutó un análisis descriptivo de las variables medidas, para analizar la población de estudio, observar los tipos de distribución y encontrar posibles relaciones entre las variables.

La primera parte consistió en determinar el supuesto de normalidad de las variables incluidas aplicando la prueba de Shapiro-Wilk, con un intervalo de confianza del 95%.

En el análisis se utilizarán frecuencias, medias, desviaciones estándar, mínimos y máximos para las variables continuas, y porcentajes y frecuencias para las cualitativas. En el caso de no contar con distribución normal, se utilizaron rangos intercuartílicos. Para evaluar la relación entre las variables de interés se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson.

7.8 Consideraciones éticas

Durante el desarrollo del estudio, se incluyó un **consentimiento informado**, respetando con esto el código de Nuremberg (1947) y la Declaración de Helsinki (1964). De igual forma, se consideraron los 3 principios del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS): respeto por las personas, beneficencia y justicia, los 4 principios del informe Belmont y el texto de Beauchamp y Childress “Principios de ética biomédica”: beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia, sumados a los principios europeos de bioética y derecho: dignidad, integridad, vulnerabilidad y autonomía (98).

No se incluyeron intervenciones invasivas, debido a que la recolección de la información se realizó mediante una encuesta semiestructurada y para la determinación de la composición corporal se realizó bioimpedancia y toma de talla, por lo que se consideró un estudio con **riesgo mínimo**, de acuerdo con lo establecido en el artículo 11 de Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud (99). Durante el procedimiento se solicitó a los participantes tener la menor cantidad de ropa posible.

Adicionalmente, la recolección de información o respuestas suministradas, tratamiento y uso de los datos personales se ciñó a los siguientes principios: a) Protección de datos personales: Ley Estatutaria 1581 de 2012 y su decreto reglamentario 1377 de 2013, b) Protección de la privacidad: Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, en su artículo 8 y c) Confidencialidad.

7.9 Conflicto de interés

Ninguno declarado por los autores.

7.10 Limitaciones

Los posibles sesgos de esta investigación están relacionados con:

- El cumplimiento del protocolo para evaluación de bioimpedancia eléctrica, por la dificultad de garantizar que los participantes cumplieran con las recomendaciones de preparación: no realizar ejercicio 12 horas antes de la prueba, no consumir alimentos o bebidas 4 horas antes de la prueba, y orinar 30 minutos antes (12), entre otras condiciones: no haber utilizado diuréticos 7 días antes de la prueba, no ingesta de alcohol 24 horas antes de la prueba. Por lo cual, la toma de datos se realizó siguiendo un esquema basado en diferentes estaciones, que iniciaba con la toma de bioimpedancia para no afectar su resultado debido a que la prueba de salto requiere un precalentamiento. De igual forma, las medidas fueron tomadas desde las 6 am o antes y se indago de forma previa la realización de actividad física o condiciones de salud asociadas a la deshidratación.
- La disponibilidad de la población, por lo cual fue necesario realizar una encuesta para evaluar los hábitos de alimentación, en lugar de poder realizar una evaluación directa de la ingesta de alimentos y bebidas.

8. Resultados

8.1 Caracterización sociodemográfica

Se contó con la participación de 105 cadetes ingresantes a la escuela militar (ESMIC) en la medición inicial (basal). La edad mínima correspondió a 18 años y la máxima a 21 años, la media fue de 19 años. Es importante mencionar que ningún cadete presentó un antecedente de enfermedad o ingesta de medicamentos, lo cual también se relaciona con el examen médico realizado previo a su ingreso a la escuela. Los resultados de la caracterización sociodemográfica se presentan a continuación:

Tabla 6: Departamento de procedencia de los cadetes ingresantes

Departamento	n	%
Antioquia	4	3,81
Atlántico	1	0,95
Bogotá	27	25,71
Bolívar	1	0,95
Boyacá	9	8,57
Caquetá	2	1,90
Casanare	2	1,90
Cauca	4	3,81
Cesar	1	0,95
Cundinamarca	9	8,57
Huila	7	6,67
Magdalena	3	2,86
Meta	3	2,86
Nariño	7	6,67
Norte de Santander	2	1,90
Santander	4	3,81
Tolima	14	13,33
Valle del Cauca	5	4,76
Tota	105	100

De acuerdo con el departamento de procedencia, el mayor porcentaje de cadetes evaluados provenían de Bogotá y Tolima (26 y 13% respectivamente), lo cual se relaciona

posiblemente con la ubicación actual de la escuela, es decir, los departamentos más cercanos a la capital presentaron el mayor número de cadetes ingresantes (Bogotá, Tolima, Cundinamarca). De igual forma, también se evidenció un predominio de la zona urbana sobre la zona rural.

Tabla 7: Zona de procedencia de los cadetes ingresantes

Zona	n	%
Urbana	93	88,57
Rural	12	11,43
Total	105	100

De acuerdo con la zona de residencia de los cadetes evaluados, era de esperarse que la gran mayoría habitara en zona urbana, debido a los procesos de urbanización de las últimas décadas con tendencia a la concentración de la población colombiana en cabeceras municipales y según el Análisis de la Situación en Salud (ASIS), en el año 2021, la proyección de habitantes en Bogotá para el 2020 es de 7'743.955 habitantes, con 7'715.778 habitantes en zona urbana (100).

Con relación al nivel socioeconómico, dentro de la estratificación utilizada a nivel nacional para el cobro diferencial de los servicios públicos (estrato 1 a 6), se observó un mayor predominio de los estratos bajos, siendo más prevalente el estrato 2, como se evidencia a continuación:

Tabla 8: Estrato de los cadetes ingresantes

Estrato	n	%
1	30	28,57
2	35	33,33
3	33	31,43
4	5	4,76
5	2	1,9
Total	105	100

8.2 Composición corporal

8.2.1 Valoración inicial

Durante la valoración inicial de composición corporal por bioimpedancia se encontraron los siguientes datos:

Tabla 9: Resultados de composición corporal en la valoración inicial

<i>Edad</i> +	19,18 (años)	0,99
<i>Peso</i> *	65,20 (kg)	10,95
<i>Talla</i> +	1,72 (m)	0,06
<i>IMC</i> +	22,06 (kg/m ²)	2,36
<i>Masa Grasa</i> *	9,05 (kg)	6,07
<i>Masa Magra</i> *	55,74 (kg)	5,31
<i>Circunferencia de cintura</i> +	75,80 (cm)	5,19
<i>Grasa visceral</i> *	1,20 (l)	0,50
<i>Masa Músculo Esquelética</i> *	25,90 (kg)	3,10
<i>Masa Músculo Esquelética Pierna Izquierda</i> *	5,25 (kg)	0,69
<i>Masa Músculo Esquelética Pierna Derecha</i> *	5,22 (kg)	0,66
<i>Masa Músculo Esquelética Brazo Izquierdo</i> *	1,66 (kg)	0,25
<i>Masa Músculo Esquelética Brazo Derecha</i> *	1,69 (kg)	0,26
<i>Torso</i> +	12,03 (%)	1,30
<i>Agua Corporal Total</i> *	61,20 (%)	4,40
<i>Agua Extracelular</i> *	23,80 (%)	2,10
<i>Agua extracelular/Agua Corporal Total</i> *	38,90 (%)	1,40

* Mediana y RIQ
+Número/(%)

Según los resultados del IMC, la mayoría de los cadetes se encontraba en un rango de normalidad según los criterios de la Organización Mundial de la Salud, de igual forma, ningún cadete se encontró en obesidad. Aunque, se encontraron 5 cadetes en delgadez por presentar un IMC inferior a 18.5 kg/m².

Tabla 10: Resultados de IMC de la valoración previa y 4 meses después

IMC	# personas Pre	x	# personas Post	x
Delgadez	5	4,8	2	1,9
Normal	89	84,8	76	72,4
Sobrepeso	11	10.5	13	12.4
Obesidad	0	0	0	0
Total	105	90	91	74

X= Promedio

Ningún cadete sobrepasó los puntos de corte establecidos para Colombia de riesgo cardiovascular por circunferencia o perímetro de cintura en hombres (<90 cm) incluidos en la resolución 2465 de 2016 (52).

Por otro lado, se observa que los resultados de masa muscular en general están ligeramente disminuidos al considerar que la masa músculo esquelético representa el 30-45% del peso corporal (101). Sin embargo, son ligeramente altos al analizarlos de forma segmentada especialmente en miembros inferiores, según el estudio de Peine et al (2013) (54), dentro del cual los cadetes sobrepasaron el p95 según clasificación de IMC de normalidad (Ver tabla 2).

Con relación a los resultados de agua corporal total (ACT), se encontró un valor bajo, considerando que el valor de referencia en un adulto sano se encuentra en aproximadamente el 60% (39) o representa el 72,2 % de la masa libre de grasa (101).

8.2.2 Valoración 4 meses después

En esta valoración se contó con la participación de 91 cadetes, debido a que durante los 4 meses de entrenamiento se presentaron algunas eventualidades: a) aislamiento por COVID- 19 positivo, deserción de algunos cadetes o incapacidad por lesión, motivos por

los cuales no se incluyeron 14 cadetes en esta valoración. Se encontró la siguiente información 4 meses después de la valoración inicial:

Tabla 11: Resultados de composición corporal 4 meses después

<i>Edad+</i>	19,46 (años)	1,06
<i>Peso*</i>	67,25 (kg)	8,75
<i>Talla+</i>	1,73 (m)	0,06
<i>IMC+</i>	22,62 (kg/m ²)	2,07
<i>Masa Grasa+</i>	9,75 (kg)	3,64
<i>Masa Magra*</i>	57,54 (kg)	6,32
<i>Cintura*</i>	76,50 (cm)	5,90
<i>Grasa visceral+</i>	1,21 (l)	0,28
<i>Masa Músculo Esquelética*</i>	26,50 (kg)	3,40
<i>Masa Músculo Esquelética Pierna Izquierda*</i>	5,39 (kg)	0,72
<i>Masa Músculo Esquelética Pierna Derecha*</i>	5,37 (kg)	0,64
<i>Masa Músculo Esquelética Brazo Izquierdo*</i>	1,71 (kg)	0,26
<i>Masa Músculo Esquelética Brazo Derecha*</i>	1,73 (kg)	0,28
<i>Torso*</i>	12,40 (kg)	1,70
<i>Agua Corporal Total*</i>	61,10 (%)	4,00
<i>Agua Extracelular*</i>	24,40 (%)	2,00
<i>Agua extracelular/Agua Corporal Total*</i>	39,60 (%)	1,60

*Mediana y RIQ
+Número/(%)

En esta valoración, aunque el resultado del IMC permanece dentro de los rangos de normalidad (18.5-24.9) y se mantuvo casi similar al de la valoración inicial (22.06 ± 2.36 contra 22.67 ± 2.07), se presentaron mayores modificaciones en: peso (65.20 ± 10.95 contra 67.25 ± 8.25), masa magra (55.74 ± 5.31 contra 57.54 ± 6.32), circunferencia de cintura (75.80 ± 5.19 contra 76.50 ± 5.90), la masa músculo esquelética (25.90 ± 3.10 contra 26.50 ± 3.40), especialmente en miembros superiores (1.66 ± 0.25 brazo izquierdo y 1.69 ± 0.26 brazo derecho contra 1.71 ± 0.26 brazo izquierdo y 1.73 ± 0.28 brazo derecho) y ligeramente en miembros inferiores (5.25 ± 0.69 pierna izquierda y 5.22 ± 0.66 pierna derecha contra 5.39 ± 0.72 pierna izquierda y 5.37 ± 0.64 pierna derecha).

De acuerdo con lo anterior, el ligero aumento de la masa grasa puede considerarse como una hipertrofia de la masa muscular acompañada de un ligero aumento de la masa grasa. De igual forma, aunque se incrementó la circunferencia de cintura, posiblemente debido a

la ganancia de la masa muscular en la región del tronco, se considera que no necesariamente implica un mayor riesgo cardiovascular, debido a que la grasa visceral se mantuvo constante durante ambas valoraciones.

En esta valoración disminuyeron los valores de agua corporal total, lo cual puede relacionarse con la asistencia a campaña de los cadetes en formación, en la Escuela Militar de Suboficiales Sargento Inocencio, ubicado en Tolemaida, Cundinamarca, el cual se caracteriza por presentar un clima cálido, húmedo, con altas temperaturas de hasta 29-33°C, considerando que la deshidratación, va a disminuir el flujo sanguíneo de la piel y las respuestas de sudoración durante la práctica de ejercicio, incrementando así la temperatura central y la tensión cardiovascular, aumentando el riesgo potencial de presentar una lesión o golpe de calor (102).

8.3 Ingesta de alimentos

Los hábitos de consumo de alimentos fueron reportados por medio de una encuesta de frecuencia de consumo, con información de ingesta usual previa al ingreso a la escuela militar y 4 meses después de su ingreso. Se describieron los valores de ingesta de cereales, tubérculos, plátanos y raíces, frutas y verduras, lácteos, carnes y leguminosas, enlatados, embutidos. La ingesta de grasas se dividió en saturadas y no saturadas. En primer lugar, se indagó sobre la ingesta de mantequilla, margarina y alimentos fritos. En el caso de la grasa no saturada se indagó sobre la ingesta de aceite, aguacate y frutos secos. Finalmente se incluyó información sobre la ingesta de azúcar adicionado, dulces, postres y comidas rápidas.

Según los resultados de la encuesta realizada a los cadetes, se incluyó la ingesta por grupos de alimentos como en la ENSIN, sin embargo, se dividieron las categorías buscando evidenciar la ingesta de productos industrializados sobre los de origen natural como es el caso de embutidos o enlatados sobre carnes y leguminosas. Se añadió la categoría de comidas rápidas. A continuación, se presentan los resultados:

8.3.1 Ingesta de bebidas

Los cadetes ingresantes realizaron un auto reporte de la ingesta de bebidas según número de vasos de líquido consumido a través de la encuesta. En la valoración inicial se registró un promedio de ingesta de 3.5 vasos de líquido al día. La distribución de ese número de vasos por tipo de bebida según preferencias se describe en las tablas 14 y 15.

Después de 4 meses se registró un promedio de ingesta de 3.8 vasos de líquido al día. Con relación a la valoración inicial se observa una disminución en la ingesta de gaseosas y no consumo de bebida energizante, posiblemente debido al menor acceso a este tipo de bebidas durante su estancia en la escuela militar. Se considera que, con el aumento de la actividad física, se esperaba un mayor aumento en la ingesta de líquidos para evitar la deshidratación de los cadetes, pero no se observaron cambios significativos en la ingesta de bebidas.

8.4 Otras variables de riesgo

Como factores de riesgo se indagó información, para identificar posibles factores de riesgo como antecedentes de consumo de tabaco, consumo actual de alcohol y tabaco. Los resultados encontrados se presentan a continuación:

8.4.1 Consumo de tabaco

8.4.1.1 Valoración inicial

Se indagó por antecedentes de consumo de tabaco y consumo en promedio previo a su ingreso. Los resultados encontrados fueron:

Tabla 16: Antecedentes de consumo de tabaco en los cadetes previo a su ingreso

<i>¿Fumó alguna vez?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No	94	89,52
<1 año	9	8,57
Entre 1 - 5 años	2	1,9
Total	105	100

Tabla 17: Consumo de tabaco en los cadetes previo a su ingreso

<i>¿Fuma actualmente?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No	103	98,1
Si	2	1,9
Total	105	100

Tabla 18: Frecuencia de consumo de tabaco en los cadetes previo a su ingreso

<i>¿Cuánto fuma?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No lo hace	101	96,19
1 cigarrillo al día	4	3,81
Total	105	100

8.4.1.2 Valoración 4 meses después

Tabla 19: Consumo de tabaco en los cadetes 4 meses después de su ingreso

<i>¿Fuma actualmente?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No	85	93
Si	6	6,59
Total	91	100

Tabla 20: Frecuencia de consumo de tabaco en los cadetes 4 meses después de su ingreso

<i>¿Cuánto fuma?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No lo hace	87	95,6
1 al día	3	3,30
2 a 4 al día	1	1,10
Total	91	100

De acuerdo con los resultados encontrados, se evidencia una baja prevalencia de antecedentes de fumar previo al ingreso y bajo número de cadetes que fumaban antes de su ingreso, sin embargo, se observó un incremento el número de cadetes que fumaron después del ingreso, a pesar de que la frecuencia de consumo permaneció similar.

Se ha establecido que el humo de tabaco puede llegar a contener más de 4000 compuestos que pueden ser tóxicos para el ser humano y dentro de las principales toxinas relacionadas con el deterioro del proceso de cicatrización se encuentran la nicotina y los gases monóxido de carbono y cianuro de hidrógeno, aunque aún se desconocen los mecanismos relacionados con el retraso en el proceso de cicatrización (103).

La relación que puede existir entre el consumo de tabaco y las lesiones puede explicarse de varias formas (85): a) el tabaquismo perjudica la cicatrización de heridas (103) y reparación de huesos, b) disminuye la resistencia del tejido y c) afecta la función inmunológica (103), que es vital en la reparación de los micro traumas, al alterar la función de varios tipos de células como los neutrófilos y los macrófagos, los cuales desempeñan

un papel relevante durante la actividad inflamatoria y bactericida, por lo cual también pueden comprometer el suministro de oxígenos a los tejidos y agravar el proceso de curación (103).

8.4.2 Consumo de alcohol

8.4.2.1 Valoración inicial

Al igual que en el caso del tabaco, también se indagó por antecedentes de consumo de alcohol e ingesta en promedio previo a su ingreso. Los resultados encontrados fueron:

Tabla 21: Consumo de alcohol en los cadetes previo a su ingreso

<i>¿Consume alcohol?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No	53	50,48
Si	52	49,52
Total	105	100

Tabla 22: Frecuencia de consumo de alcohol en los cadetes previo a su ingreso

<i>Frecuencia de consumo</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No lo hace	53	50,48
Consumo social ¹	47	44,76
1 vez al mes	4	3,81
2-3 veces al mes	1	0,95
Total	105	100

8.4.2.2 Valoración 4 meses después

Tabla 23: Consumo de alcohol en los cadetes 4 meses después de su ingreso

<i>¿Consume alcohol?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No	39	42,86
Si	52	57,14
Total	91	100

¹ Hace referencia a consumo de alcohol ocasional, presente en reuniones o eventos sociales

Tabla 24: Frecuencia de consumo de alcohol en los cadetes 4 meses después de su ingreso

Frecuencia Alcohol	n	%
No	39	42,86
Consumo social	42	46,15
1 vez al mes	5	5,49
2-3 al mes	5	5,49
Total	91	100

En el caso del consumo de alcohol, casi la mitad de la población analizada consume alcohol, pero su consumo es ocasional, debido a que el consumo excesivo de alcohol puede establecerse mediante la ingesta de 5 tragos en una o más ocasiones por semana (104). De igual manera se evidencia que 4 meses después de su ingreso la ingesta de alcohol permaneció similar.

8.4.3 Sueño

8.4.3.1 Valoración inicial

La duración del sueño en la encuesta realizada a los cadetes fue dividida en rangos, considerando las recomendaciones de sueño estipulados por grupo de edad según la Fundación Nacional del Sueño (105). En los resultados de la valoración inicial (basal), se encontró la siguiente información:

Tabla 25: Número de horas de sueño de los cadetes ingresantes previo a su ingreso

Horas de Sueño	n	%
<5 horas	21	20
entre 5-6 horas	60	57,14
Entre 7-9 horas	24	22,86
Total	105	100

8.4.3.2 Valoración 4 meses después

Tabla 26: Número de horas de sueño de los cadetes ingresantes 4 meses después de su ingreso

<i>Horas de Sueño</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
<5 horas	26	28,57
entre 5-6 horas	50	54,95
Entre 7-9 horas	15	16,48
Total	91	100

Según Ohayon et al, (2016), la Fundación Nacional del Sueño recomendó que la población sana entre 18-25 años debería dormir en promedio entre 7-9 horas (105). Según los resultados, al ingreso sólo 23% de los cadetes se encontraba en este rango y el número de horas de sueño fue menor 4 meses después (15%). No obstante, es importante mencionar que se indagó sobre la duración, pero no se recopiló información sobre la calidad del sueño de los cadetes.

Se requiere más investigación para establecer los posibles efectos de la duración y calidad del sueño, sobre el entrenamiento y el incremento de riesgo de lesión en población militar.

8.5 Test de salto

8.5.1 Valoración inicial

El salto en contra movimiento (CMJ) es un test que se usa frecuentemente para determinar el perfil neuromuscular del tren inferior, debido a que en sus diferentes fases de ejecución se pueden diferenciar los diferentes tipos de contracción muscular (excéntrica y concéntrica) que permiten identificar como las cadenas extensoras y flexoras se comunican y tienen la capacidad de trabajar en conjunto para favorecer el movimiento y potencializar la capacidad reactiva y explosiva del sistema osteomuscular al ejecutarlo (72). En cada fase de movimiento no sólo se determinan variables de rendimiento, también

se puede evaluar el porcentaje de asimetría que se presenta en cada fase y el tipo de contracción muscular.

Se realizó un test de salto vertical, para poder explicar las asimetrías que se presentaron durante las 3 fases: a) fase de desacelerado, b) fase de propulsión, c) fase de aterrizaje, mediante el cálculo de los porcentajes de asimetría en la: desaceleración concéntrica, fuerza concéntrica y pico de aterrizaje. De acuerdo con las siguientes variables:

- ✓ Asimetría en la fuerza media concéntrica (CMFA)
- ✓ Asimetría en la fuerza media excéntrica (EMFA)
- ✓ Asimetría en el despliegue de la plataforma (TAKE OFF)
- ✓ Asimetría en la fuerza pico de aterrizaje (PLFA)

Con relación a lo anterior se encontraron los siguientes resultados. (Ver tabla 27).

Tabla 27: Resultados de la prueba de salto en la valoración inicial

<i>Concentric Mean Force +</i>	16,91 (N/kg)	1,41
<i>Countermovement Depth *</i>	-35,40 (cm)	8,90
<i>Eccentric Deceleration *</i>	52,00 (N/s/kg)	26,00
<i>Concentric RPD *</i>	167,40 (W/s/kg)	67,60
<i>Eccentric Mean Power +</i>	6,35 (W/kg)	1,12
<i>Jump Height +</i>	27,96 (cm)	4,88
<i>Peak Power +</i>	37,78 (W/kg)	5,33
<i>Concentric Impulse (100 ms) *</i>	63,00 (Ns)	16,50
<i>Peak Landing Force Asymmetry *</i>	13,00 (% L,R)	12,80
<i>Concentric Mean Force Asymmetry *</i>	7,40 (% L,R)	10,70
<i>Eccentric Deceleration RDF Asymmetry *</i>	9,20 (% L,R)	11,50
<i>Eccentric Mean Force Asymmetry *</i>	8,10 (% L,R)	11,70
<i>Take Peak Force Asymmetry *</i>	6,00 (% L,R)	10,20

*Mediana y RIQ

+Número/(%)

Durante la valoración inicial se evidenciaron valores bajos de fuerza concéntrica, altura del salto, potencia, desarrollo de potencia e impulso sobre los valores esperados para personal

que entrenaría al nivel de un deportista de alto rendimiento. Los valores de asimetrías más altos se presentaron en: la fase de desaceleración, seguido por la fase de aterrizaje.

8.5.2 Valoración 4 meses después

Tabla 28: Resultados de la prueba de salto 4 meses después

<i>Concentric Mean Force +</i>	17,10 (N/kg)	1,21
<i>Countermovement Depth +</i>	-35,86 (cm)	5,95
<i>Eccentric Deceleration *</i>	50,00 (N/s/kg)	23,00
<i>Concentric RPD *</i>	163,40 (W/s/kg)	52,50
<i>Eccentric Mean Power +</i>	6,34 (W/kg)	1,02
<i>Jump Height *</i>	25,90 (cm)	5,80
<i>Peak Power +</i>	41,68 (W/kg)	5,36
<i>Concentric Impulse (100 ms) *</i>	62,00 (Ns)	16,50
<i>Peak Landing Force Asymmetry +</i>	25,37 (% L,R)	13,29
<i>Concentric Mean Force Asymmetry *</i>	5,30 (% L,R)	5,70
<i>Eccentric Deceleration RDF Asymmetry *</i>	10,00 (% L,R)	13,40
<i>Eccentric Mean Force Asymmetry *</i>	8,90 (% L,R)	7,90
<i>Take Peak Force Asymmetry *</i>	6,10 (% L,R)	7,00

*Mediana y RIQ

+Número/(%)

La evaluación después de 4 meses permitió identificar la presencia de cambios fisiológicos, como respuesta a la adaptación durante el periodo de formación militar. Aunque estos cambios, resultaron ser menores a los valores obtenidos en la fase inicial, fueron evidentes en la potencia e impulso concéntrico, con lo cual se vió afectada de igual forma la altura del salto y la fuerza concéntrica. Por lo anterior, se considera que posterior al entrenamiento los cadetes no realizaron adaptaciones positivas al entrenamiento, sino por el contrario presentaron compensaciones asociadas a la sobrecarga y alta exigencia al ejercicio, por lo cual se presentaron mayor número de asimetrías en las diferentes fases del salto.

8.6 Lesiones

Se obtuvo información sobre la prevalencia de lesiones previo al ingreso y su incidencia durante 4 meses a través de la encuesta. Los resultados se presentan a continuación

8.6.1 Valoración inicial

Tabla 29: Prevalencia de lesiones previo al ingreso

<i>¿Presentó una lesión durante el último año?</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
No	99	94.3
Si	6	5.7
Total	105	100

Tabla 30: Número de lesiones presentadas previo al ingreso

<i>Número de lesiones</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
0	99	91.3
1	1	4.8
2	1	1.0
Total	105	100

Del anterior resultado, se derivan la siguientes tablas en las cuales se especifica el tipo de lesión y su ubicación

Tabla 31: Tipo de lesiones presentadas previo al ingreso

<i>Tipo de lesión</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
Inflamación / dolor	3	2.9
Lesión muscular	2	1.9
Contusión	1	1.0
Total	6	5.7

Tabla 32: Ubicación de las lesiones presentadas previo al ingreso

Ubicación de la lesión	n	%
Pierna	2	1.9
Pie	2	1.9
Rodilla	1	1.0
Brazo	1	1.0
Total	6	5.7

De los anteriores resultados, es necesario añadir que 3 de los casos fueron examinados y dados de alta y 3 no fueron atendidos. Los casos examinados recibieron terapia

8.6.2 Valoración 4 meses después

Tabla 33: Incidencia de lesiones 4 meses después del ingreso

¿Presentó una lesión los últimos 4 meses?	n	%
No	81	89.0
Si	10	11.0
Total	91	100

Tabla 34: Número de lesiones presentadas 4 meses después

Número de lesiones	n	%
0	81	89.0
1	9	9.9
2	1	1.1
Total	105	100

Del anterior resultado, se derivan las tablas que especifican el tipo de lesión y ubicación

Tabla 35: Tipo de lesiones presentadas 4 meses después

Tipo de lesión	n	%
Inflamación / dolor	7	6.7
Esguince	3	2.9
Total	10	9.52

Tabla 36: Ubicación de las lesiones presentadas 4 meses después

<i>Ubicación de la lesión</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
Tobillo	4	3.8
Pie	3	2.9
Rodilla	1	1.0
Cadera	1	1.0
Cabeza	1	1.0
Total	10	9.52

De los anteriores resultados, es necesario añadir que 8 de los casos fueron examinados y dados de alta, 1 recibió tratamiento farmacológico y solo 1 no fueron atendidos. 4 de los casos examinados recibieron terapia.

9. Discusión

9.1 Composición corporal

Según los resultados obtenidos, la mayoría de los cadetes estaban en rango de peso normal de acuerdo con su IMC (Basal: $22.06 \pm 2.36 \text{ kg/m}^2$ y 4 meses después: $22.62 \pm 2.07 \text{ kg/m}^2$), aunque se observaron ligeros cambios en la estatura (Basal: $1.73 \pm 0.06 \text{ m}$, 1.73 ± 0.06), debido a que algunos cadetes aún se encontraban en periodo de crecimiento (<21 años).

El mayor cambio identificado se relacionó con el peso, debido a que, en el grupo de bajo peso, se aumentó este valor durante los meses de entrenamiento reduciendo los casos de cadetes en delgadez (n=5 en pre y n= 2 en post). De igual forma, se observó en algunos casos disminución de IMC en los cadetes que presentaron sobrepeso en la valoración inicial, mientras que en otros casos se encontró mantenimiento o aumento del peso, pero más relacionada con aumento de masa muscular que de masa grasa. Ningún cadete se encontró en obesidad.

De acuerdo con lo anterior, aunque el IMC puede ser considerado un indicador de cribado, para determinar la relación entre el peso y la talla de la población, de acuerdo con Leguizamo, M & Mora, M (2020) (12), en el capítulo 1 “Índice de masa corporal en militares y otros indicadores antropométricos” la evaluación de las condiciones físicas tomando como referencia únicamente el Índice de Masa Corporal (IMC) para clasificar el sobrepeso y la obesidad podría llegar a ser inadecuado, considerando que el entrenamiento físico de los militares genera alto desarrollo de la masa magra (12), por lo que algunos cadetes podrían presentar sobrepeso derivado de exceso de masa muscular, con lo cual presentarían ser considerados falsos positivos, debido a que el IMC no discrimina la masa magra de la grasa, la cual varía según género, edad, raza y nivel de actividad física (12).

Por otro lado, los cadetes deben cumplir una serie de actividades específicas bajo múltiples factores físicos, ambientales, psicológicos (3), nutricionales (déficit calórico) y estresantes, relacionados con las múltiples actividades, esfuerzos físicos, rutinas de entrenamiento, cursos de combate (12) y estudios, por lo cual, se hace fundamental promover y mantener una buena condición física (17) o fitness (resistencia aeróbica, muscular, fuerza, flexibilidad y composición corporal), como indicador de salud y bienestar (12), además de su relación con un mayor rendimiento físico y un menor riesgo de lesiones (4).

Por lo anterior, se hace necesario evaluar y monitorear la composición corporal, para determinar el estado nutricional junto con otras variables y establecer objetivos de entrenamiento, analizando el estado de salud en general (12). La composición corporal fue evaluada por medio de bioimpedancia eléctrica y medidas antropométricas como la toma de circunferencia de cintura. Los puntos de corte utilizados para evaluar puntos de corte de masa magra y masa grasa fueron tomados de estudio base del equipo utilizado.

9.1.1 Bioimpedancia:

Con relación a los resultados, se evidenciaron modificaciones en el tejido muscular y adiposo principalmente 4 meses después con relación a la valoración inicial (basal), mostrando disminución de las reservas de tejido adiposo en la mayoría de los casos y un leve incremento de la masa magra.

Al comparar estos resultados, con los encontrados con los estudios realizados a nivel nacional, como el caso de Castañeda Tovar & Caiaffa (2015), con su estudio basado en antropometría en 15 cadetes masculinos, en el cual se encontró un IMC promedio de 22.97 kg/m², con un 2% (n=2) de sobrepeso (6) o Cortés Fernández et al (2015), quienes realizaron bioimpedancia en 72 cadetes, en los cuales se estableció que el 4.16 % se encontraba en obesidad, el 23% en sobrepeso y un único caso de delgadez, con niveles de masa grasa en niveles normales posterior al entrenamiento y una pérdida del 88,88% de masa muscular (7) o según el estudio comparativo realizado en escuelas militares de Colombia (2020), con 29 soldados de 3 batallones (Alta Montaña en Sumapaz, Serviez en

Villavicencio y Colombia en Tolemaida), se encontró un IMC promedio de 23.9 ± 2.9 kg/m² y un 37.9% de exceso de peso (n=11) (106) o los realizados a nivel internacional en los cuales Maldonado Vaca & Calero Morales (2014), realizaron en Ecuador una investigación con 153 aspirantes basados en antropometría encontraron una media de IMC de 22.73 kg/m² con 2% de los evaluados en sobrepeso (8) o Durán-Agüero (2017), que realizaron una investigación con 415 soldados (Santiago de Chile), usando el IMC y el porcentaje de grasa, encontrando una prevalencia entre el 14 y 14.3%, la cual aumentaba conforme aumentaba la edad, encontrando una correlación positiva entre el IMC, grasa corporal ($r=0.921$), porcentaje de grasa ($r=0.834$) masa libre de grasa ($r=0.610$) y agua corporal total ($r=0.614$) (107), se evidenció que la población Colombiana evaluada en este estudio, presentó menores niveles de grasa corporal total en comparación con los cadetes de otros países, un IMC sin cambios significativos posterior al entrenamiento, con un leve aumento de masa muscular y grasa sin indicios de aumento del riesgo cardiovascular, por lo que se pudo establecer que los cadetes ingresantes Colombianos, mantienen un peso relativamente estable entre el ingreso y 4 meses después, con menor porcentaje de sobrepeso según IMC (11% previo y 13% posterior).

Los cambios en la composición se pueden ver reflejados en incrementos en la masa muscular (Basal: 55.74 kg \pm 5.31 ; Posterior: 57.54 kg \pm 6.32), la cual en la valoración inicial incluso superaba las cifras establecidas en el estudio de referencia reportado por Peine et al (2013) (54) en el p95, especialmente en miembros inferiores. La valoración posterior también reveló incrementos en las reservas de tejido muscular en miembros superiores e inferiores, posiblemente como resultado adaptativo al entrenamiento realizado.

Aunque el aumento de masa muscular estuvo acompañado de un ligero aumento de masa grasa (Basal: 9.05 kg \pm 6.07 ; Posterior: 9.75 kg \pm 3.64), este incremento puede estar asociado con las modificaciones que presentaron en la ingesta de alimentos, donde predominó la ingesta de carbohidratos, grasa saturada y disminuyó la ingesta de fibra y de proteína de alto valor biológico.

De igual forma, se presentó un aumento en los resultados de la circunferencia de cintura (Basal: 75.80 kg \pm 5.31; Posterior: 76.50 kg \pm 5.90) sin que esto impactara en el riesgo cardiovascular, según los puntos de corte, con valores similares en ambas evaluaciones (Basal: 1.20 l \pm 0.50; Posterior: 1.21 l \pm 0.28), por lo cual se considera que estos cambios se presentaron posiblemente a un aumento de las reservas de masa muscular y grasa a nivel del tronco (Basal: 12.03 kg \pm 1.30; Posterior: 12.40 kg \pm 1.70).

Por otro lado, con relación a las reservas de agua corporal, se observó un ligero aumento en la valoración posterior (Basal: TBW%: 61.20 \pm 4.40; ECW%: 23.80 \pm 2.10; ECW/TBW%: 38.90 \pm 1.40). Posterior: TBW%: 61.10 \pm 4.00; ECW%: 24.40 \pm 2.00; ECW/TBW%: 39.60 \pm 1.60), pero con resultados que permiten establecer que los cadetes se encontraban deshidratados con relación a los resultados esperados para su rango de edad (TBW%: 33-38; ECW%: 13-15; ECW/TBW%: 37-41), considerando que el valor de referencia en un adulto sano se encuentra en aproximadamente el 60% (39) o representa el 72,2 % de la masa libre de grasa (101).

9.2 Composición corporal y riesgo de lesiones:

Bedno et al (2019), realizaron un estudio de cohorte retrospectivo, utilizando como base el repositorio de datos militares de Stanford sobre los ingresos de soldados entre enero de 2011 y enero de 2014 (n=238.772), encontrando que entre los hombres aquellos que presentaron alteraciones en su resultado de IMC presentaron mayor probabilidad de presentar una lesión (bajo peso: OR 1.27; sobrepeso OR: 1.14; obesidad: OR 1.54) (todos $p < 0,001$) con relación a los soldados que se encontraban dentro de rangos de peso de normalidad (82).

9.3 Hábitos Alimentarios

Se considera que las modificaciones tanto en el estilo de vida como en la ingesta de alimentos pueden estar relacionados con la necesidad de simplificar el tiempo destinado a la preparación de alimentos. Sin embargo, algunos de estos ajustes pueden verse

reflejados de forma negativa en la salud de los individuos, al considerar posibles factores de riesgo, por su relación directa con las enfermedades crónicas no transmisibles, como ocurre en el caso de los hábitos alimentarios inadecuados, el tabaquismo, la inactividad física o sedentarismo y el consumo nocivo de alcohol (108).

De acuerdo con los resultados de la encuesta, basado en una frecuencia de consumo de alimentos, en la valoración inicial (basal), el 88% de los cadetes consumían entre 3-5 comidas, 83% tenía un horario destinado a la ingesta de sus alimentos, 96% no omitía ningún tiempo de comida. Los únicos tiempos de comida omitidos eran los refrigerios (n=2), una persona omitía la cena y otra el desayuno. 4 meses después, se mantuvo el número de comidas similar (3 a 5 comidas= 88%), 97% no omitía tiempos de comida, y quienes lo hacían solo omitían los refrigerios y la cena y 79% consideraba que mantenía un horario para comer.

No obstante, el personal militar puede experimentar episodios de déficit energético (el gasto de energía es superior a la ingesta), durante su carrera, lo cual puede estar asociado con la alta carga de ejercicio, una posible ingesta restringida de alimentos, a limitaciones logísticas, a un apetito disminuido o a un objetivo de entrenamiento particular (2).

Los requisitos de energía pueden disminuir con el envejecimiento, la disminución de la masa libre de grasa (FFM), la composición corporal (disminución en la masa libre de grasa (FFM), momento del día (recuperación frente a entrenamiento), entre otros (41).

Durante las operaciones militares el gasto calórico podría corresponder a un promedio de 4.099 kcal/día o 5182 kcal/día en las Fuerzas Especiales del Ejército de los EEUU y para el caso de los estudiantes el rango puede variar entre 3500 kcal/día – 5200 kcal/día, por lo que se han registrado ingestas de promedio de 3098 kcal/día. Sin embargo, se considera que existe una gran variabilidad en los gastos energéticos reales, debido a que ese gasto

va a depender de la población analizada, la duración, frecuencia e intensidad de las actividades (26), el tamaño de la porción y la ingesta de refrigerios y/o comida no programada o recordada.

En el estudio De Bry et al, se cita la investigación de Margolis y col, en el cual se menciona que en un entrenamiento militar de 4 días, los soldados en EEUU pueden alcanzar un gasto energético medio de 5.480 kcal/día, comparado con ingestas de energía de 3.098 kcal/día, que pueden variar dependiendo del abordaje y de la ingesta dietética, junto con la duración, frecuencia e intensidad de las operaciones militares realizadas (26), mientras que el aporte total de calorías también depende de la distribución del aporte de macronutrientes y del consumo de alimentos de fuentes externas. Por lo anterior, una privación de la ingesta de energía puede estar relacionada con la disminución del 20% en la fuerza máxima de levantamiento, potencia y una disminución del 16 % en la altura del salto vertical, que puede asociarse con pérdidas de masa libre de grasa (26).

Por su parte, una dieta baja en carbohidratos puede afectar el rendimiento y generar adaptaciones deterioradas durante la sesión de entrenamiento, al limitar la regeneración de energía, lo cual puede ocasionar una incapacidad de mantener el potencial de fuerza durante la sesión de entrenamiento, debido a que la reducción de las reservas de glucógeno se asocia con menor rendimiento en los ejercicios de resistencia por el tiempo de duración de estos ejercicios (15-20 segundos en promedio), con lo cual también pueden presentarse ganancias atenuadas de masa muscular al incluir dietas bajas en carbohidratos (109).

De acuerdo con lo anterior, es esencial mantener una adecuada composición corporal, evitando factores de riesgo por exposición a alimentos con alta densidad energética, pero baja densidad nutricional, con el fin de evitar recurrir a estrategias imprudentes de pérdida de peso, como la restricción crónica de ingesta de alimentos y líquidos que incrementa de forma radical la deshidratación y la fatiga, con posible pérdida de masa magra, disminuyendo de esta forma el rendimiento (110).

De igual forma, es importante promover una adecuada ingesta de energía, porque existen diferentes factores que pueden incrementar las necesidades energéticas, como ocurre con: tipo de entrenamiento, deporte o ejercicio practicado, la composición corporal (aumento en la masa libre de grasa (FFM)), la intensidad del esfuerzo realizado y otros factores como la exposición a cambios en la temperatura (frío o calor), humedad relativa, grandes alturas, el estrés, miedo y la presencia de algunas lesiones físicas (41).

Se deben promover estrategias seguras, efectivas y seguras en caso de ser necesaria la pérdida de peso. La mayor probabilidad de éxito implica la inclusión de un programa integrado durante y después de la fase de pérdida de peso, con evaluación, determinación del gasto energético, para programar el ejercicio y otras actividades, acompañado de educación nutricional, modificaciones en el estilo de vida y apoyo psicológico (110).

9.3.1 Frecuencia de consumo de alimentos

Los valores encontrados de frecuencia de consumo de alimentos son inferiores a lo reportado por la ENSIN en cuanto al consumo de cereales, tubérculos y carnes, leguminosas, lácteos y huevos, pero son superiores los valores reportados de ingesta de azúcares y dulces.

Sobre la valoración inicial (basal) y 4 meses después, se evidenció aumento en la ingesta de tubérculos, raíces y plátanos, lácteos y derivados, huevos, enlatados y grasa no saturada, azúcar y dulces y comidas rápidas, mientras que se observó una disminución en la ingesta de cereales y derivados, frutas y verduras, embutidos y grasa saturada. Se mantuvo similar la ingesta de carnes y leguminosas. El incremento de la ingesta de carbohidratos podría asociarse con el ligero aumento de la masa grasa en los cadetes, pero al mismo tiempo podría desplazar el consumo de otros alimentos igualmente necesarios como las proteínas, alimentos fuentes de fibra, entre otros.

La ingesta de enlatados se incrementó, mientras disminuyó la ingesta de proteína de alto valor biológico (proteína de origen animal, lácteos y derivados). Aunque en los últimos años, se ha observado una disminución en el consumo de bebidas azucaradas, las tendencias han incrementado con sobre la ingesta de alimentos ultraprocesados y menor consumo de vegetales (111).

En Colombia no se han publicado estudios comparativos relacionados con la ingesta de alimentos en población militar, no obstante, en el 2020 fue realizado en la ESMIC un informe técnico científico con 29 soldados de 3 batallones (Alta Montaña en Sumapaz, Serviez en Villavicencio y Colombia en Tolemaida), en el cual se obtuvo el requerimiento de calorías y nutrientes según valoración antropometría y estimación de gasto energético por acelerometría, obteniendo un resultado promedio de 3750 kilocalorías al día (106). Esta información fue obtenida mediante frecuencia de consumo de alimentos contrastada con registro auto informado de 7 días, pesaje directo de alimentos y revisión de planillas de abastecimiento de víveres.

Lo anterior permitió establecer que la oferta alimentaria ofrecida, aunque lograba cumplir el requerimiento, no lograba un adecuado balance entre macro y micronutrientes, como se observó en este estudio, donde predominó la ingesta de alimentos fuentes de carbohidrato y grasas saturadas sobre la ingesta proteínas de mayor valor biológico y de frutas y verduras.

El desbalance nutricional puede incrementar el riesgo de presentar alteraciones en la composición corporal como el mayor aumento de reservas de tejido adiposo, especialmente en el tronco o a nivel visceral con su efecto metabólico subyacente y de igual forma afectar el rendimiento al aumentar el riesgo de carencias nutricionales por déficit de micronutrientes, afectar el estado de ánimo y la función inmunitaria.

Por otro lado, se considera que el entrenamiento militar podría también afectar el entorno alimentario (opciones disponibles y acceso a los alimentos), el comportamiento alimentario (velocidad y cantidad de ingesta de alimentos) durante o después del ingreso (83), al tener en cuenta que algunos cadetes podrían presentar comportamientos alimentarios desordenados como: restricción extrema de alimentos, ejercicio compensatorio, vómito o deshidratación autoinducida para perder peso (83).

Los resultados obtenidos difieren un poco de lo encontrado en la literatura, De Bry et al. (2020), realizaron una investigación con 85 soldados en un curso de calificación para unirse a las Fuerzas especiales en Bélgica, encontraron que la ingesta de macronutrientes de los reclutas no cumplía con las recomendaciones, siendo alta la ingesta de grasas (especialmente las saturadas) y baja la de carbohidratos. La gravedad específica de la orina indicó un estado de hidratación subóptimo (26). Los déficit de energía pueden ocasionar consecuencias negativas sobre el rendimiento, como una disminución del 20% en la fuerza máxima de levantamiento y la producción de potencia, al igual que una disminución del 16% en la altura del salto vertical (26).

Las diferencias encontradas en la ESMIC, puede relacionarse con que los soldados son quienes se encargan de la preparación de sus comidas, motivo por el cual puede verse un aumento en la ingesta de carbohidratos y disminución en la ingesta de fuentes de fibra, posiblemente por baja disponibilidad y preferencia dentro de la población adulta joven. Por lo anterior, se hace necesario el acompañamiento de un nutricionista para realizar una adecuada educación alimentaria que promueva mejores hábitos de alimentación.

9.3.2 Hidratación

Según Carretero-Krug et al (2021), el balance hídrico está determinado por la ingesta (agua en bebidas y alimentos, agua metabólica) y los desechos (orina, heces, piel, aire respirado por los pulmones) (112), mientras que la deshidratación es el resultado de la falla entre estos mecanismos y su deficiencia puede ocasionar la aparición de deshidratación leve,

aguda y crónica, con implicaciones en el comportamiento y la salud, con disminución de la memoria a corto plazo, capacidad deteriorada de resolución de problemas, disminución en la concentración, rendimiento cognitivo reducido, seguimiento visomotor disminuido y enfermedades cardiovasculares y renales (112).

La deshidratación, va a disminuir el flujo sanguíneo de la piel y las respuestas de sudoración durante la práctica de ejercicio, incrementando así la temperatura central y la tensión cardiovascular, aumentando de igual forma el riesgo potencial de presentar una lesión o golpe de calor (102). La deshidratación inducida por el ejercicio puede contribuir a reducir el rendimiento de resistencia, al disminuir el volumen plasmático, el volumen sistólico, el gasto cardíaco, el flujo sanguíneo y la tasa de sudoración, al aumentar la frecuencia cardíaca, la temperatura rectal, la utilización de glucógeno, el nivel de osmolaridad y sodio plasmático y el esfuerzo percibido (113). Con la pérdida del 2% de la masa corporal, se puede afectar el rendimiento físico y el funcionamiento mental (102).

Por otra parte, la aclimatación al calor hace referencia a periodos de exposición repetida al calor en entornos artificiales y/o naturales controlados, con el fin de obtener respuestas mejoradas de sudoración y flujo sanguíneo, expansión del volumen plasmático, mejor equilibrio de líquidos y estabilidad cardiovascular, lo cual implica mejor tolerancia térmica (114). Según Rogers & Cole (2016), se estima que se necesita entre 7-14 días para ambientes cálidos y húmedos, de lo contrario la frecuencia de consumo de líquidos de forma inadecuada ocasionará una hipohidratación, aumentando las enfermedades o lesiones por calor (102).

Périard et al (2022), revisaron el riesgo de presentar golpe de calor en la población militar, dependiendo de la exposición a factores intrínsecos y extrínsecos. El ser humano regula su temperatura por medio de respuestas termo efectoras (vasodilatación cutánea y sudoración) para mantener una temperatura cercana a los 37 °C (114). No obstante, el clima y/o la ropa puede evitar la efectiva disipación de calor, al considerar que los cadetes

deben entrenar con equipo de campaña y su correspondiente peso extra, lo cual podría ser analizado en investigaciones posteriores.

Rogers & Cole (2016), estudiaron el estado de hidratación de 196 oficiales que asistieron al Curso Básico para Oficiales del Departamento Médico del Ejército de los EE.UU), siendo en su mayoría hombres (H: 54%), con 30 años en promedio, con 5.2 años de servicio militar y un IMC promedio de (25 kg/m²). Encontraron que cerca de 1/3 de la población cumplía con los criterios de hipohidratación medido a través de gravedad específica de la orina (≥ 1.02). La hipohidratación se incrementó con el paso de los días (33% vs 16% en un día) (102).

El desempeño y la recuperación de las actividades deportivas se deben reforzar con estrategias nutricionales, que incluyen pautas para: el tipo apropiado, cantidad y momento de la ingesta de alimentos y líquidos para promover la salud óptima y el rendimiento deportivo. Es importante, tener en cuenta aspectos como: problemas de salud, necesidades de nutrientes, objetivos de rendimiento, características físicas (composición corporal) y preferencias de alimentos. Al igual, que desaconsejar el consumo de líquidos únicamente cuando se presente sed, porque ha demostrado ser ineficaz y peligroso (115).

Conseguir una adecuada rehidratación que reponga las pérdidas hidroelectrolíticas y reinstaure rápida, y completamente, los depósitos energéticos, puede mejorar el rendimiento físico-deportivo y optimizar la velocidad de recuperación post-esfuerzo, además del rendimiento cognitivo. El Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM), junto a la Sociedades Americana y Canadiense de Dietética (ACSD) (116), recomiendan que las bebidas de reemplazo de fluidos deben *contener agua y alrededor de 20-30 mEq/L de sodio (cloruro como el anión), alrededor de 2-5 mEq/L de potasio, y alrededor de 5-10% de carbohidratos*, dependiendo de la actividad realizada (intensidad y duración) y condiciones ambientales (41).

9.4 Prueba de salto

Los cadetes en su fase de formación requieren mejorar su estado físico, mediante una rápida adaptación a sus entrenamientos, los cuales estarán compuestos por sucesivas contracciones excéntricas y concéntricas (12), por lo cual se hace necesario realizar evaluaciones biomecánicas que permitan monitorear las capacidades del sistema neuromuscular.

El test de saltabilidad permite analizar las capacidades neuromusculares de la fuerza y la potencia en las diferentes fases y tipos de contracción del músculo esquelético, relacionado con el entrenamiento y las cargas axiales (peso del cuerpo al correr, saltar o aterrizar). Se realiza su medición para evaluar los cambios neuromusculares derivados del entrenamiento.

El pico de potencia, la desaceleración excéntrica, la altura del CMJ y el índice de masa magra en la evaluación nutricional son variables que se muestran como importantes marcadores de progreso. Estas variables se han asociado con un mayor número de lesiones músculo esqueléticas del tren inferior. De igual forma, si se presenta rigidez músculo tendinosa o acumulación de fatiga, se va a generar menos fuerza, lo cual ocasiona pérdida de velocidad y altura al saltar (12).

En 2015, Gordon et al (117) evaluaron a 15 sujetos, de los cuales 8 eran atletas de velocidad universitarios, los cuales se sometieron a realizar 3 pruebas de CMJ separados por una semana, con una rutina de entrenamiento de 10 minutos (trote ligero, estiramientos dinámicos, sprints submáximos). Los resultados que incluyeron: rendimiento total del CMJ, la asimetría y la producción de fuerza de corte, mostraron un coeficiente de variación (CV) inferior al 10%, es decir que las variables temporales y cinéticas que describen el análisis derivado de la asimetría mostraron un CV más bajo comparado con los parámetros del análisis total (117).

Según los resultados obtenidos en esta investigación, se esperaba alcanzar la máxima altura vertical y un mayor tiempo de vuelo posterior al entrenamiento, no obstante, lo que se encontró es que posterior al entrenamiento los valores fueron más bajos de siendo más evidentes en la potencia e impulso, con lo cual se vió afectada de igual forma la altura del salto y la fuerza concéntrica. Por lo anterior, se considera que posterior al entrenamiento los cadetes no realizaron adaptaciones positivas al entrenamiento, sino por el contrario presentaron compensaciones asociadas a mayor número de asimetrías.

Se considera que a pesar de que el entrenamiento genérico puede mejorar la condición física de forma inicial, estas prácticas no van dirigidos al manejo o mitigación de los diferentes factores asociados con el riesgo de lesión (13).

Las asimetrías en el aterrizaje se consideran un factor de riesgo secundario para una lesión posterior, mientras que una articulación crónica bajo carga puede incrementar el riesgo de osteoartritis en la extremidad sin carga (79), debido posiblemente a el estrés mecánico que puede generarse en la articulación por micro traumas necesarios para construir, fortalecer y adaptar el hueso, considerando que la tensión producida durante la contracción muscular estimula la osteogénesis (118).

Con relación a la composición corporal sobre el rendimiento, es importante destacar que el exceso de tejido adiposo puede actuar como un peso muerto (similar al peso de una carga extra como sucedería con el equipo de entrenamiento), con el cual el cuerpo debe vencer la fuerza de gravedad con mayor dificultad durante la marcha o el salto, por lo que se incrementaría la demanda de energía (12), es decir, la grasa adicional aumenta la intensidad de la actividad realizada, lo cual puede ocasionar fatiga de forma más rápida y mayor estrés al sistema músculo esquelético (85). Un desequilibrio en la composición corporal podría ocasionar lesiones músculo esqueléticas, que implican pérdida de tiempo destinado al entrenamiento, reducción del desempeño y lesiones severas que requieran incapacidades médicas (5) o bajas previo a la culminación de la carrera militar, lo cual

puede incrementar los costos en salud, al considerar que las decisiones relacionadas con la composición corporal a futuro pueden repercutir en el despliegue y disponibilidad de personal, las oportunidades de promoción o la retención, incapacidad o baja (119).

Por el contrario, la masa libre de grasa favorece la producción de energía durante actividades de alta intensidad, mejorando de esta forma la fuerza absoluta y la resistencia a cargas estáticas y dinámicas (12). Sin embargo, el bajo peso (o delgadez en el caso de la clasificación por IMC) también se considera un factor riesgo, debido que expone a los sujetos a una mayor susceptibilidad a las lesiones por falta de tejido muscular o fuerza en las estructuras de apoyo (ligamentos y huesos), los cuales podrían presentar sobreesfuerzo y fatiga (85).

De acuerdo con lo anterior es importante promover una adecuada composición corporal, minimizando las técnicas de pérdida de peso rápida con hipo hidratación resultante, pérdida de las reservas de glucógeno y masa magra y otras prácticas peligrosas (purgas, entrenamiento excesivo o hambre) que pueden resultar en la disminución del rendimiento, pérdida de FFM y otros riesgos crónicos para la salud. Se debe considerar que la composición corporal es modificable (a excepción de la estatura en la mayoría de los casos), por lo cual la identificación de factores de riesgo como el exceso de masa grasa o el déficit de masa muscular, permitirían realizar una intervención oportuna con enfoque preventivo que podrían disminuir el riesgo de presentar lesiones. De igual forma, es importante resaltar que la composición corporal no predice por sí sola el estado de salud, porque es necesario considerar de igual forma el estado físico, fisiológico, psicológico y social de las personas (119).

Por lo anterior, detectar cambios de manera oportuna puede ayudar a reducir la incidencia de lesiones y sirve como base para implementar estrategias de prevención. La toma de medidas antropométricas y el análisis biomecánico han demostrado ser herramientas fáciles de aplicar en la evaluación y seguimiento de personas con un alto nivel de actividad física, por lo cual el enfoque preventivo busca evitar la descarga desadaptativa, al prestar

atención a las cualidades de reducción y desaceleración de la fuerza observadas con cargas variadas, tasas de carga y demandas de velocidad para comprender la respuesta individual a la carga durante la rehabilitación (79) e informar los ajustes pertinentes en la prescripción del ejercicio.

10. Conclusiones

- De acuerdo con los resultados de la composición corporal la mayoría de los cadetes estaban en rango de peso normal de acuerdo con su IMC. El cambio más significativo observado en la valoración posterior correspondió a un ligero aumento en la masa muscular especialmente en miembros inferiores y superiores, posiblemente como resultado adaptativo al entrenamiento realizado. Este aumento de masa muscular también se acompañó de un ligero aumento de masa grasa y aumento en la circunferencia de cintura sin implicar un mayor riesgo cardiovascular.
- Los hábitos de ingesta revelaron que la alimentación recibida por los cadetes ingresantes no cubre con las recomendaciones de una alimentación saludable (completa, equilibrada, suficiente, adecuada y variada), debido a que no logra aportar un adecuado balance entre macro y micronutrientes, al predominar la ingesta de alimentos fuentes de carbohidrato y grasas saturadas sobre la ingesta de proteínas de mayor valor biológico y de frutas y verduras. Este desbalance nutricional puede incrementar el riesgo de presentar alteraciones en la composición corporal y de igual forma afectar el rendimiento al aumentar el riesgo de carencias nutricionales por déficit de micronutrientes, afectar el estado de ánimo y la función inmunitaria.
- Con relación a la hidratación, se evidenció un bajo consumo de líquidos tanto en la valoración inicial como en la valoración posterior, lo cual se relacionó con valores bajos de agua corporal total, extracelular en la bioimpedancia, lo cual aumenta el riesgo de presentar una lesión músculo esquelética en los cadetes ingresantes al favorecer la rigidez de los tejidos, incrementar el riesgo de presentar un golpe de calor y favorecer la acumulación de fatiga.
- Sobre la prueba de salto, se evidenció que a pesar de que en la composición corporal se encontró un aumento de masa muscular, dicho incremento no resultó ser funcional. En la valoración inicial la altura, la fuerza y potencia del salto se encontraban por debajo de lo esperado y en la valoración posterior, los resultados empeoraron, evidenciando asimetrías en la fase de aterrizaje, que pueden explicarse a través de la acumulación de fatiga derivada del tipo de entrenamiento realizado, por lo cual se considera que su entrenamiento actual no favorece las capacidades físicas e incrementa el riesgo de presentar una lesión por sobreuso

- Se considera fundamental determinar la composición corporal y posibles factores de riesgo asociados a lesión desde el ingreso, para guiar los entrenamientos, enfocados en ser regionales o segmentarios, enfatizando en la prevención de lesiones, con base en la determinación de la composición corporal y el análisis biomecánico como herramientas de evaluación y seguimiento de personas con un alto nivel de actividad física
- Se evidencia la necesidad de mantener un trabajo interdisciplinar permanente que acompañe las diferentes etapas de formación militar, de manera que se puedan realizar los ajustes oportunos en el componente alimentario, según las cargas de entrenamiento, buscando asegurar la calidad y la mejorar el estado de salud del cadete militar Colombiano.

11. Trabajos a futuro

- Se sugiere implementar un programa de entrenamiento más individualizado, enfocado en identificar aquellos posibles factores de riesgo de lesión y reforzar las habilidades y/o destrezas de los cadetes ingresantes para optimizar su desempeño y mejorar su adaptación al entrenamiento
- Se recomienda garantizar la inclusión de calentamiento y tiempo destinado a la recuperación en los ejercicios de trabajo intenso o con mayor número de repeticiones
- Se sugiere estandarizar las preparaciones, porciones y variaciones en las preparaciones de los alimentos entregados a los cadetes, con énfasis en disminuir la inclusión de alimentos procesados, brindar mayor variedad y mejor balance entre los macro y micronutrientes
- Se considera fundamental realizar inclusión de momentos o estrategias dedicados a promover la hidratación en las diferentes actividades dentro de la formación de los cadetes, debido a que la deshidratación se considera uno de los mayores factores de riesgo en los cuales puede incluirse un enfoque preventivo
- Se recomienda realizar monitoreos continuos de la composición corporal de los cadetes, para evidenciar modificaciones importantes sobre pérdida de masa corporal, marcada ganancia de masa grasa o altos índices de deshidratación, al igual que realiza seguimiento a población de mayor riesgo como lo son los casos de delgadez y exceso de peso, para enfocar estrategias de intervención interdisciplinar
- Se considera fundamental garantizar el monitoreo del rendimiento y composición corporal de los cadetes ingresantes, debido a que permite evaluar el comportamiento de estas variables en el primer año de ingreso, con lo cual se podrían identificar los posibles factores de riesgo asociados al entrenamiento y al consumo de alimentos que pueden afectar su desempeño en la escuela militar.

12. Bibliografía

1. Merrigan JJ, Stone JD, Thompson AG, Hornsby WG, Hagen JA. Monitoring Neuromuscular Performance in Military Personnel. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. diciembre de 2020 [citado el 11 de junio de 2021];17(23). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7730580/>
2. O'Leary TJ, Wardle SL, Greeves JP. Energy Deficiency in Soldiers: The Risk of the Athlete Triad and Relative Energy Deficiency in Sport Syndromes in the Military. *Front Nutr* [Internet]. el 25 de agosto de 2020 [citado el 8 de junio de 2021];7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7477333/>
3. Ojanen T, Häkkinen K, Vasankari T, Kyröläinen H. Changes in Physical Performance During 21 d of Military Field Training in Warfighters. *Mil Med.* el 1 de mayo de 2018;183(5–6):e174–81.
4. Aandstad A, Holtberget K, Hageberg R, Holme I, Anderssen SA. Validity and Reliability of Bioelectrical Impedance Analysis and Skinfold Thickness in Predicting Body Fat in Military Personnel. *Mil Med.* el 1 de febrero de 2014;179(2):208–17.
5. Pinillos CDR, Jiménez LEC, Buitrago PJM. Lesiones derivadas del entrenamiento militar en los cadetes de 6° nivel de la Escuela Militar José María Córdova. *Mov Científico.* el 9 de diciembre de 2016;10(1):19–28.
6. Castañeda Tovar SM, Caiaffa Bermúdez NS. Relación entre la composición corporal y el rendimiento físico en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdova. *Rev Científica Gen José María Córdova.* enero de 2015;13(15):257–70.
7. Cortés Fernández S, Camargo IY, Botero Rosas D. Modificaciones en el índice de masa y composición corporal en personal activo del Ejército colombiano: un estudio de caso. *Rev Científica Gen José María Córdova.* el 31 de marzo de 2018;16(22):93.
8. Maldonado Vaca IF, Calero Morales S. Perfil antropométrico y composición corporal en aspirantes de la Escuela de Formación de Soldados del Ejército. *Rev Cuba Investig Bioméd.* junio de 2017;36(2):208–18.
9. Combest TM, Howard RS, Andrews AM. Comparison of Circumference Body Composition Measurements and Eight-Point Bioelectrical Impedance Analysis to Dual Energy X-Ray Absorptiometry to Measure Body Fat Percentage. *Mil Med.* el 1 de julio de 2017;182(7):e1908–12.

10. Langer RD, Matias CN, Borges JH, Cirolini VX, Páscoa MA, Guerra-Júnior G, et al. Accuracy of Bioelectrical Impedance Analysis in Estimated Longitudinal Fat-Free Mass Changes in Male Army Cadets. *Mil Med.* el 1 de julio de 2018;183(7–8):e324–31.
11. Mikkola I, Keinänen-Kiukaanniemi S, Jokelainen J, Peitso A, Härkönen P, Timonen M, et al. Aerobic performance and body composition changes during military service. *Scand J Prim Health Care.* el 1 de junio de 2012;30(2):95–100.
12. Gómez Leguizamón M, Mora Plazas M, Aedo Muñoz E, Mesa JC, Chavaro Castañeda ID, García Muñoz AI, et al. Caracterización del fitness del militar colombiano [Internet]. Cubides Amézquita JR, editor. Escuela Militar de Cadetes Jose Maria Cordova; 2020 [citado el 20 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://librosesmic.com/index.php/editorial/catalog/book/13>
13. Smith C, Doma K, Heilbronn B, Leicht A. Impact of a 5-Week Individualised Training Program on Physical Performance and Measures Associated with Musculoskeletal Injury Risk in Army Personnel: A Pilot Study. *Sports.* el 3 de enero de 2023;11(1):8.
14. Britt TW, Sipos ML, Klinefelter Z, Adler AB. Determinants of mental and physical health treatment-seeking among military personnel. *Br J Psychiatry.* agosto de 2020;217(2):420–6.
15. Dunbar MS, Schuler MS, Meadows SO, Engel CC. Associations Between Mental and Physical Health Conditions and Occupational Impairments in the U.S. Military. *Mil Med.* el 28 de marzo de 2022;187(3–4):e387–93.
16. Vest BM, Hoopsick RA, Homish DL, Homish GG. Mental Health and Educational Outcomes among Current and Former National Guard and Reserve Soldiers. *J Am Coll Health J ACH.* el 20 de diciembre de 2018;1–5.
17. Hill N, Fallowfield J, Price S, Wilson D. Military nutrition: maintaining health and rebuilding injured tissue. *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B, Biological sciences.* 2011;366(1562):231–40.
18. Pihoker AA, Peterjohn AM, Trexler ET, Hirsch KR, Blue MNM, Anderson KC, et al. The effects of nutrient timing on training adaptations in resistance-trained females. *J Sci Med Sport.* abril de 2019;22(4):472–7.
19. Grupo Banco Mundial. Gasto militar (% del PIB) - Instituto Internacional de Investigación para la Paz de Estocolmo (SIPRI), Yearbook: Armaments, Disarmament and International Security. [citado el 7 de junio de 2021]. Gasto militar (% del PIB). Disponible en: https://datos.bancomundial.org/indicador/MS.MIL.XPND.GD.ZS?name_desc=false

20. Maya Villazón EJ, Herrera Beltrán A, Ivonne del Pilar. Pie de fuerza militar y capacidades de las fuerzas militares en la disminución del conflicto y la construcción de la paz 2008 – 2017. 2018;(15):9.
21. Otero Prada DF. Gastos de guerra en Colombia: 1964-2016: 179 000 millones de dólares perdidos. Primera edición. Bogotá, D.C: Indepaz, Instituto de Estudios para el Desarrollo y la Paz; 2016. 99 p.
22. Kyröläinen H, Pihlainen K, Vaara JP, Ojanen T, Santtila M. Optimising training adaptations and performance in military environment. *J Sci Med Sport*. el 1 de noviembre de 2018;21(11):1131–8.
23. Salonen M, Huovinen J, Kyröläinen H, Piirainen JM, Vaara JP. Neuromuscular Performance and Hormonal Profile During Military Training and Subsequent Recovery Period. *Mil Med*. el 1 de marzo de 2019;184(3–4):e113–9.
24. Morales-Artacho AJ, Ramos AG, Pérez-Castilla A, Padial P, Argüelles-Cienfuegos J, de la Fuente B, et al. Associations of the Force-velocity Profile with Isometric Strength and Neuromuscular Factors. *Int J Sports Med*. diciembre de 2018;39(13):984–94.
25. Fagnant HS, Armstrong NJ, Lutz LJ, Nakayama AT, Guerriere KI, Ruthazer R, et al. Self-reported eating behaviors of military recruits are associated with body mass index at military accession and change during initial military training. *Appetite*. el 1 de noviembre de 2019; 142: 104348.
26. De Bry W, Mullie P, D’Hondt E, Clarys P. Dietary Intake, Hydration Status, and Body Composition of Three Belgian Military Groups. *Mil Med*. el 14 de agosto de 2020;185(7–8):e1175–82.
27. Comando General de las Fuerzas Militares. Comando. [citado el 30 de mayo de 2021]. Comando General de las Fuerzas Militares. ¿Quiénes Somos? Disponible en: <https://cgfm.mil.co/es>
28. Gómez ARC, Henao MC. Transformación estructural del Ejército colombiano. Construcción de escenarios futuros. *Rev Científica Gen José María Córdova*. 2014;12(13):70.
29. Castro Jiménez LE, Melo Buitrago PJ. Presencia de lesiones en el entrenamiento físico militar. Una experiencia de investigación en la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova. *Cuerpo Cult Mov*. el 7 de junio de 2019;8(2):35–47.
30. Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova. Pregrados. [citado el 30 de mayo de 2021]. Pregrados - Escuela Militar de Cadetes José María Córdova. Disponible en: <https://www.esmic.edu.co/index.php?idcategoria=436>

31. Nindl BC, Jones BH, Van Arsdale SJ, Kelly K, Kraemer WJ. Operational Physical Performance and Fitness in Military Women: Physiological, Musculoskeletal Injury, and Optimized Physical Training Considerations for Successfully Integrating Women Into Combat-Centric Military Occupations. *Mil Med.* el 1 de enero de 2016;181(suppl_1):50–62.
32. Friedl KE. Body Composition and Military Performance—Many Things to Many People. *J Strength Cond Res.* julio de 2012;26:S87-100.
33. Gómez JSR, Pinzón JAV, Rodríguez JDV, Jiménez LEC, Buitrago PJM. Caracterización de las lesiones derivadas del entrenamiento físico militar. *Rev Cuid.* el 5 de enero de 2016;7(1):1219–26.
34. Cubides Amezquita JR, Castro Jimenez LE, García Muñoz AI. Comparación del acondicionamiento físico en alumnos de tres escuelas del Ejército Nacional de Colombia. *Rev Científica Gen José María Córdova.* 2021;19(34):498–517.
35. Pihlainen K, Santtila M, Häkkinen K, Kyröläinen H. Associations of Physical Fitness and Body Composition Characteristics With Simulated Military Task Performance. *J Strength Cond Res.* abril de 2018;32(4):1089–98.
36. Banach K, Glibowski P, Skorek P. Evaluation of the relationship between body composition and weight-height index- BMI. *Postepy Hig Med Dosw.* 219d. C.;73:572–80.
37. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2465 de 2016. Por la cual se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años de edad, adultos de 18 a 64 años de edad y gestantes adultas y se dictan otras disposiciones. 2016 p. 1–47.
38. Emma Vallejo-Solarte M, Marina Castro-Castro L, del Pilar Cerezo-Correa M. Estado nutricional y determinantes sociales en niños entre 0 y 5 años de la comunidad de Yunguillo y de Red Unidos, Mocoa -Colombia Nutritional status and social determinants in children between 0 and 5 years old from the community of Yunguillo and " Red . *Rev Uni Salud.* 2016;18(1):113–25.
39. Garzón-Orjuela N, Barrera-Perdomo M del P, Gutiérrez-Sepúlveda MP, Merchán-Chaverra R, León-Avenida AC, Caicedo-Torres LM, et al. Análisis de la composición corporal mediante impedancia bioeléctrica octopolar en pacientes hospitalizados en Bogotá D.C., Colombia. Estudio piloto. *Rev Fac Med.* el 1 de julio de 2019;67(3):239–47.
40. Departamento Administrativo del Deporte, la Recreación, la Actividad Física y el Aprovechamiento del Tiempo Libre (MINDEPORTE). Lineamientos de Política Pública en Ciencias del Deporte en Nutrición. Bogotá, D.C.; 2015. 415 p. (Colección; vol. 1).

41. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet.* el 1 de marzo de 2016;116(3):501–28.
42. Sergi G, De Rui M, Stubbs B, Veronese N, Manzato E. Measurement of lean body mass using bioelectrical impedance analysis: a consideration of the pros and cons. *Aging Clin Exp Res.* el 1 de agosto de 2017;29(4):591–7.
43. Ministerio de Salud y Protección Social. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) [Internet]. 2015. Disponible en: <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/encuesta-nacional-situacion-nutricional#ld7dyaab>
44. Tinsley GM, Harty PS, Moore ML, Grgic J, Silva AM, Sardinha LB. Changes in total and segmental bioelectrical resistance are correlated with whole-body and segmental changes in lean soft tissue following a resistance training intervention. *J Int Soc Sports Nutr.* el 29 de noviembre de 2019; 16: 58.
45. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bosy-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr Edinb Scotl.* diciembre de 2012;31(6):854–61.
46. Langer RD, Borges JH, Pascoa MA, Cirolini VX, Guerra-Júnior G, Gonçalves EM. Validity of Bioelectrical Impedance Analysis to Estimation Fat-Free Mass in the Army Cadets. *Nutrients.* el 11 de marzo de 2016;8(3):121.
47. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr Edinb Scotl.* octubre de 2004;23(5):1226–43.
48. Alvero-Cruz JR, Gómez LC, Ronconi M, Vázquez RF. La bioimpedancia eléctrica como método de estimación de la composición corporal: normas prácticas de utilización. *Rev Andal Med Deporte.* 2011;4(4):167–74.
49. Jaffrin MY, Morel H. Body fluid volumes measurements by impedance: A review of bioimpedance spectroscopy (BIS) and bioimpedance analysis (BIA) methods. *Med Eng Phys.* el 1 de diciembre de 2008;30(10):1257–69.
50. Jensen B, Moritoyo T, Kaufer-Horwitz M, Peine S, Norman K, Maisch MJ, et al. Ethnic differences in fat and muscle mass and their implication for interpretation of bioelectrical impedance vector analysis. *Appl Physiol Nutr Metab.* junio de 2019;44(6):619–26.

51. Bosity-Westphal A, Schautz B, Later W, Kehayias JJ, Gallagher D, Müller MJ. What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population. *Eur J Clin Nutr.* 2013;67(Suppl 1):S14–21.
52. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2465 de 2016. Por la cual se adoptan los indicadores antropométricos, patrones de referencia y puntos de corte para la clasificación antropométrica del estado nutricional de niñas, niños y adolescentes menores de 18 años de edad, adultos de 18 a 64 años de edad y gestantes adultas y se dictan otras disposiciones [Internet]. 2016. Disponible en: https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resolucion%202465%20de%202016.pdf
53. SECA - Sistemas Médicos de Medición. Seca 515/514. Instrucciones de uso para médicos y asistencias [Internet]. Disponible en: <https://www.analytica.com.co//manuales/MIMCMBCA514.pdf>
54. Peine S, Knabe S, Carrero I, Brundert M, Wilhelm J, Ewert A, et al. Generation of normal ranges for measures of body composition in adults based on bioelectrical impedance analysis using the seca mBCA. *Int J Body Compos Res.* 2013;11(3):67–76.
55. Preedy VR, Watson RR, editores. Dietary Habits. En: *Handbook of Disease Burdens and Quality of Life Measures* [Internet]. New York, NY: Springer; 2010 [citado el 6 de mayo de 2022]. p. 4189–4189. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-0-387-78665-0_5487
56. Ministerio de Salud y Protección Social, Restrepo JPU, Vargas SLG, Álvarez AMG, Gaona EMC. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN) 2015. 2019;
57. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J, Larson-Meyer DE, Peeling P, Phillips SM, et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med.* abril de 2018;52(7):439–55.
58. Farina EK, Taylor JC, Means GE, Murphy NE, Pasiakos SM, Lieberman HR, et al. Effects of deployment on diet quality and nutritional status markers of elite U.S. Army special operations forces soldiers. *Nutr J.* el 3 de julio de 2017;16(1):41.
59. Anyżewska A, Łakomy R, Lepionka T, Szarska E, Maculewicz E, Tomczak A, et al. Association Between Diet, Physical Activity and Body Mass Index, Fat Mass Index and Bone Mineral Density of Soldiers of the Polish Air Cavalry Units. *Nutrients.* el 17 de enero de 2020;12(1):242.

60. Tomczak A, Bertrandt J, Klos A, Klos K. Influence of Military Training and Standardized Nutrition in Military Unit on Soldiers' Nutritional Status and Physical Fitness. *J Strength Cond Res.* octubre de 2016;30(10):2774–80.
61. Harrison PW, James LP, McGuigan MR, Jenkins DG, Kelly VG. Resistance Priming to Enhance Neuromuscular Performance in Sport: Evidence, Potential Mechanisms and Directions for Future Research. *Sports Med Auckl NZ.* octubre de 2019;49(10):1499–514.
62. Ashworth B, Hogben P, Singh N, Tulloch L, Cohen DD. The Athletic Shoulder (ASH) test: reliability of a novel upper body isometric strength test in elite rugby players. *BMJ Open Sport — Exerc Med [Internet].* el 23 de julio de 2018 [citado el 28 de mayo de 2021];4(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6059329/>
63. Whittle MW. Methods of gait analysis: Force Platforms. En: *Gait Analysis [Internet].* 4a ed. 2007 [citado el 8 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/force-platform>
64. Scorza A, Massaroni C, Orsini F, D'Anna C, Conforto S, Silvestri S, et al. A Review on Methods and Devices for Force Platforms Calibration in Medical Applications. *J Eng Sci Technol Rev.* febrero de 2018;11(1):10–8.
65. Sanhueza GB. Test system for clinical force platforms. En: *2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology.* 2010. p. 5772–5.
66. Tompkins CG, Sharp JS. Dual optical force plate for time resolved measurement of forces and pressure distributions beneath shoes and feet. *Sci Rep.* el 20 de junio de 2019;9(1):8886.
67. Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Franco-Márquez F, Yáñez-García JM, González-Badillo JJ. Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, Validity, and Relationship With the Legs Strength and Sprint Performance in Adult and Teen Soccer and Basketball Players. *J Strength Cond Res.* enero de 2017;31(1):196–206.
68. Chang CC, Chiang CY. Using the Countermovement Jump Metrics to Assess Dynamic Eccentric Strength: A Preliminary Study. *Int J Environ Res Public Health.* enero de 2022;19(23):16176.
69. Alba-Jiménez C, Moreno-Doutres D, Peña J. Trends Assessing Neuromuscular Fatigue in Team Sports: A Narrative Review. *Sports.* marzo de 2022;10(3):33.

70. Linthorne NP. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *Am J Phys.* noviembre de 2001;69(11):1198–204.
71. Departamento Administrativo del Deporte, la Recreación, la Actividad Física y el Aprovechamiento del Tiempo Libre (MINDEPORTE), Zárate, NMR, Argothy Bucheli RE, Acero Jáuregui JA, Gómez Salazar L, Menzel, H, et al. Lineamientos de Política Pública Biomecánica. Departamento Administrativo del Deporte, la Recreación, Actividad Física y el Aprovechamiento del Tiempo Libre (COLDEPORTES). Bogotá, D.C.; 2015. (Colección; vol. 1).
72. Harry JR, Barker LA, Paquette MR. A Joint Power Approach to Define Countermovement Jump Phases Using Force Platforms. *Med Sci Sports Exerc.* abril de 2020;52(4):993–1000.
73. Sole CJ, Mizuguchi S, Sato K, Moir GL, Stone MH. Phase Characteristics of the Countermovement Jump Force-Time Curve: A Comparison of Athletes by Jumping Ability. *J Strength Cond Res.* abril de 2018;32(4):1155.
74. Claudino JG, Cronin J, Mezêncio B, McMaster DT, McGuigan M, Tricoli V, et al. The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. *J Sci Med Sport.* abril de 2017;20(4):397–402.
75. Jones BH, Hauschild VD, Canham-Chervak M. Musculoskeletal training injury prevention in the U.S. Army: Evolution of the science and the public health approach. *J Sci Med Sport.* el 1 de noviembre de 2018;21(11):1139–46.
76. Gilchrist J, Jones BH, Sleet DA, Kimsey CD, CDC. Exercise-related injuries among women: strategies for prevention from civilian and military studies. *MMWR Recomm Rep Morb Mortal Wkly Rep Recomm Rep.* el 31 de marzo de 2000;49(RR-2):15–33.
77. Blacker SD, Horner FL, Brown PI, Linnane DM, Wilkinson DM, Wright A, et al. Health, Fitness, and Responses to Military Training of Officer Cadets in a Gulf Cooperation Council Country. *Mil Med.* diciembre de 2011;176(12):1376–81.
78. Chartogne M, Rahmani A, Nicolon L, Jubeau M, Morel B. Neuromuscular fatigability amplitude and aetiology are interrelated across muscles. *Exp Physiol.* octubre de 2020;105(10):1758–66.
79. Cohen D, Burton A, Wells C, Taberner M, Diaz MA, Graham-Smith P. Single vs Double Leg Countermovement Jump Tests. Not half an apple! *ASPETAR.* 2020;34–41.
80. Cowan DN, Bedno SA, Urban N, Yi B, Niebuhr DW. Musculoskeletal injuries among overweight army trainees: incidence and health care utilization. *Occup Med Oxf Engl.* junio de 2011;61(4):247–52.

81. Jones BH, Knapik JJ. Physical Training and Exercise-Related Injuries. *Sports Med.* el 1 de febrero de 1999;27(2):111–25.
82. Bedno SA, Nelson DA, Kurina LM, Choi YS. Gender differences in the associations of body mass index, physical fitness and tobacco use with lower extremity musculoskeletal injuries among new US Army soldiers. *Inj Prev J Int Soc Child Adolesc Inj Prev.* agosto de 2019;25(4):295–300.
83. Haibach JP, Haibach MA, Hall KS, Masheb RM, Little MA, Shepardson RL, et al. Military and veteran health behavior research and practice: challenges and opportunities. *J Behav Med.* el 1 de febrero de 2017;40(1):175–93.
84. Osborne AK, Wilson-Menzfeld G, McGill G, Kiernan MD. Military service and alcohol use: a systematic narrative review. *Occup Med Oxf Engl.* el 8 de junio de 2022;72(5):313–23.
85. Knapik JJ. The Importance of Physical Fitness for Injury Prevention: Part 2. *J Spec Oper Med.* el 1 de enero de 2015;15(2):112–5.
86. Knapik JJ, Caldwell JA, Ritland BM. Sleep and Injuries in Military Personnel With Suggestions for Improving Sleep and Mitigating Effects of Sleep Loss. *J Spec Oper Med Peer Rev J SOF Med Prof.* el 16 de diciembre de 2022;22(4):102–10.
87. Singh S, Jain S. Sleep and Health—An Introduction. *Int J Head Neck Surg.* el 1 de marzo de 2019;10(1):1–3.
88. Troynikov O, Watson CG, Nawaz N. Sleep environments and sleep physiology: A review. *J Therm Biol.* el 1 de diciembre de 2018; 78: 192–203.
89. Nelson JL, Harmon ME, Robergs RA. Identifying plasma glycerol concentration associated with urinary glycerol excretion in trained humans. *J Anal Toxicol.* noviembre de 2011;35(9):617–23.
90. Fabbri M, Beracci A, Martoni M, Meneo D, Tonetti L, Natale V. Measuring Subjective Sleep Quality: A Review. *Int J Environ Res Public Health.* enero de 2021;18(3):1082.
91. Huang Y, Xu J, Zheng S, Xu S, Wang Y, Du J, et al. The risk factors for insomnia and sleep-disordered breathing in military communities: A meta-analysis. *PLoS ONE.* el 6 de mayo de 2021;16(5):e0250779.
92. Mantua J, Bessey AF, Mickelson CA, Choynowski JJ, Noble JJ, Burke TM, et al. Sleep and high-risk behavior in military service members: a mega-analysis of four diverse U.S. Army units. *Sleep.* el 9 de abril de 2021;44(4):zsaa221.

93. Bulmer S, Aisbett B, Drain JR, Roberts S, Gastin PB, Tait J, et al. Sleep of recruits throughout basic military training and its relationships with stress, recovery, and fatigue. *Int Arch Occup Environ Health*. 2022;95(6):1331–42.
94. González Jiménez E. Body composition: Assessment and clinical value. *Endocrinol Nutr Engl Ed*. el 1 de febrero de 2013;60(2):69–75.
95. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Talleres regionales dirigidos a los grupos étnicos. La información estadística del Censo General 2005 y su pertinencia en la planeación del desarrollo local y regional. Cartilla de conceptos básicos e indicadores socio demográficos [Internet]. 2007. p. 1–35. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/eticos/cartilla_quibdo.doc
96. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Estratificación Socioeconómica [Internet]. [citado el 7 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.dane.gov.co/index.php/69-espanol/geoestadistica/estratificacion/468-estratificacion-socioeconomica>
97. Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*. el 1 de marzo de 2015;1(1):40–3.
98. Universidad Nacional de Colombia. Buenas prácticas en la investigación [Internet]. Disponible en: <http://investigacion.unal.edu.co/servicios/buenas-practicas-en-la-investigacion/>
99. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 8430 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud [Internet]. 1993. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RE/SOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
100. Secretaria de Salud de Bogotá. Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud para el Distrito Capital [Internet]. 2021. Disponible en: <https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/wp-content/uploads/2022/08/ASIS-2021.pdf>
101. Vargas Z M, Lancheros P L, Barrera P M del P. Energy expenditure in repose related to body composition in adults. *Rev Fac Med*. junio de 2011; 59: 43–58.
102. Rogers R, Cole R. Hydration Status in US Military Officer Students. *US Army Med Dep J*. 2016;24–9.

103. McDaniel JC, Browning KK. Smoking, Chronic Wound Healing, and Implications for Evidence-Based Practice. *J Wound Ostomy Cont Nurs Off Publ Wound Ostomy Cont Nurses Soc WOCN*. 2014;41(5):415-E2.
104. Schumm JA, Chard KM. Alcohol and Stress in the Military. *Alcohol Res Curr Rev*. 2012;34(4):401–7.
105. Ohayon M, Wickwire EM, Hirshkowitz M, Albert SM, Avidan A, Daly FJ, et al. National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Health*. febrero de 2017;3(1):6–19.
106. Ochoa Castillo VAC, Gómez Leguizamón LM. La evaluación del consumo de calorías y nutrientes del soldado Colombiano. 2021 ene.
107. Durán-Agüero S, Maraboli Ulloa D, Fernández Frías F, Cubillos Schmied G. Composición corporal en soldados chilenos del Regimiento Buin. *Rev Esp Nutr Humana Dietética*. el 4 de abril de 2017;21(1):11–7.
108. Hilgenberg FE, Santos AS e A de C, Silveira EA, Cominetti C. Fatores de risco cardiovascular e consumo alimentar em cadetes da Academia da Força Aérea Brasileira. *Ciênc Saúde Coletiva*. abril de 2016;21(4):1165–74.
109. Ribeiro AS, Quintilhano K, Kassiano W, Nunes JP, Avelar A, Trindade MCC, et al. The Effects of Carbohydrate Intake on Body Composition and Muscular Strength in Trained Men Undergoing a Progressive Resistance Training. *Int J Exerc Sci*. el 1 de febrero de 2023;16(2):267–80.
110. Naghii MR. The importance of body weight and weight management for military personnel. *Mil Med*. junio de 2006;171(6):550–5.
111. Webber BJ, Bornstein DB, Deuster PA, O'Connor FG, Park S, Rose KM, et al. BMI and Physical Activity, Military-Aged U.S. Population 2015–2020. *Am J Prev Med*. el 1 de enero de 2023;64(1):66–75.
112. Carretero-Krug A, Úbeda N, Velasco C, Medina-Font J, Laguna TT, Varela-Moreiras G, et al. Hydration status, body composition, and anxiety status in aeronautical military personnel from Spain: a cross-sectional study. *Mil Med Res*. el 2 de junio de 2021;8(1):35.
113. Goulet EDB, Aubertin-Leheudre M, Plante GE, Dionne IJ. A meta-analysis of the effects of glycerol-induced hyperhydration on fluid retention and endurance performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. agosto de 2007;17(4):391–410.
114. Périard JD, DeGroot D, Jay O. Exertional heat stroke in sport and the military: epidemiology and mitigation. *Exp Physiol*. octubre de 2022;107(10):1111–21.

115. Amin S, Liguori G. Principles of Hydration. *ACSMs Health Fit J.* abril de 2019;23(2):5.
116. Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc.* marzo de 2016;48(3):543.
117. Gordon D, Hayward S, van Lopik K, Philpott L, West A. Reliability of bilateral and shear components in a two-legged counter-movement jump. *Proc Inst Mech Eng Part P J Sports Eng Technol.* el 1 de septiembre de 2022;236(3):159–71.
118. Cubides Amézquita JR, Aedo Muñoz E, Mesa JC, Chavarro Castañeda ID. Composición corporal por bioimpedancia eléctrica en estudiantes de escuelas de formación del ejército colombiano. En: Cubides Amézquita JR, editor. *Caracterización del fitness del militar colombiano [Internet]. Escuela Militar de Cadetes Jose Maria Cordova; 2020 [citado el 15 de enero de 2023]. p. 57–77. Disponible en: <https://librosesmic.com/index.php/editorial/catalog/view/13/43/883-1>*
119. Hollerbach BS, Haddock CK, Kukić F, Poston WSC, Jitnarin N, Jahnke SA, et al. Comparisons of Baseline Obesity Prevalence and Its Association with Perceived Health and Physical Performance in Military Officers. *Biology.* el 9 de diciembre de 2022;11(12):1789.

13. Anexos

13.1 Formato de consentimiento informado y recolección de información



Relación entre la composición corporal y el rendimiento

El siguiente documento tiene como objetivo brindar su aprobación para participar en un trabajo de investigación, que hace parte de un macroproyecto de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova del cual se desprende el proyecto "Plan de entrenamiento del acondicionamiento neuromuscular del tren inferior del militar Colombiano", en el cual se esta vinculando el proceso formativo de la Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Universidad Nacional de Colombia.

Este estudio se basa en la medición de la composición corporal por medio de la toma de talla o estatura, circunferencia de cintura y Bioimpedancia (BIA), que consiste en un proceso similar a la toma de peso, el cual permitirá establecer su porcentaje de masa muscular, grasa y ósea y requiere la menor cantidad de ropa posible. Adicionalmente se evaluará el rendimiento por medio de una prueba de salto y se realizará la caracterización del consumo de alimentos a través de una encuesta, lo que permitirá conocer su estado nutricional y físico actual. El estudio se considera una investigación con riesgo mínimo según la Resolución 8430 de 1993 y se realiza de acuerdo con las disposiciones de la Declaración de Helsinki. Se requiere su colaboración y/o disposición durante la valoración y respuesta de las preguntas.

La recolección de la información suministrada, tratamiento y uso de sus datos personales se ceñirán a los siguientes principios: a) Protección de datos: Ley Estatutaria 1581 de 2012 y su decreto 1377 de 2013, b) Protección de la privacidad: Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, en su artículo 8 y c) Confidencialidad: Las personas que participan en el proceso están obligados a guardar reserva sobre la información personal a la que tengan acceso y dicha información será utilizada únicamente con propósitos académicos, por lo que no será compartida o socializada de forma externa sin su previo consentimiento. Adicionalmente, usted tiene la libertad de retirar su consentimiento y se podrá negar a responder alguna pregunta o suspender su participación de forma voluntaria en cualquier momento que lo desee. Sin embargo, para abandonar el estudio se debe notificar previamente al investigador (Jennifer Tatiana Mappe – tatianamapperj9@gmail.com)

Recuerde que su participación en este estudio es voluntaria. La negativa para participar o la decisión de retirarse del estudio no darán lugar a ninguna sanción o pérdida de los beneficios con los que cuenta actualmente.

Con relación a la investigación decido *

Aceptar

No aceptar

Testigo (Incluir nombre, número de documento de identificación y relación - No incluir la información de la persona que diligencia la encuesta, puede ser su compañero)

Tu respuesta _____

Correo electrónico *

Tu respuesta _____

Datos de identificación

Por favor diligencie la siguiente información

Nombres y apellidos *

Tu respuesta

Sexo *

- Femenino
- Masculino

Edad *

- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- Otro: _____

Fecha de nacimiento *

DD MM AAAA

— / — / —

Documento de identidad *

Cédula de ciudadanía

Cédula de extranjería

Otro: _____

Número de identificación *

Tu respuesta _____

Documento expedido en (Ciudad)

Tu respuesta _____

Departamento de procedencia (Ej: Amazonas, Antioquia, Arauca, Atlántico, Bogotá, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca) *

Tu respuesta _____

Zona *

- Rural
- Urbana

Estrato socioeconómico

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Estilos de vida

Por favor diligencie la siguiente información

¿Fuma actualmente? *

- Si
- No

¿Fumó alguna vez en su vida? *

- No
- Menos de un año
- Entre 1-5 años
- Entre 6 -10 años
- Más de 10 años

Si actualmente fuma, ¿cuántos cigarrillos fuma al día?

- 1
- 2-5
- 6-10
- 11-15
- 16-20
- Más de 20

¿Consumes bebidas alcohólicas? *

- Sí
- No

¿Cuántos tragos (botella de cerveza, copa de vino, shot, etc.) de alcohol consumes? *

- 1 vez al día
- 2 o más veces al día
- 2-5 veces a la semana
- 2-3 veces al mes
- Consumo social (reuniones, fechas especiales)
- No aplica

¿Cuántas horas duermes usualmente durante la noche? *

- Menos de 5 horas
- Entre 5-6 horas
- Entre 7-9 horas
- Entre 10-11 horas
- Más de 11 horas

¿Cuánto tiempo permanece realizando las siguientes actividades? *

	Menos de una hora	1 hora	2 horas	3-5 horas	Más de 5 horas
Estudio o clases	<input type="radio"/>				
Tv, películas, videos, películas o series, redes sociales	<input type="radio"/>				
Videojuegos	<input type="radio"/>				
Leer	<input type="radio"/>				
Caminar	<input type="radio"/>				

Hábitos de alimentación

Por favor diligencie la siguiente información

¿Cuántas comidas tiene durante el día? *

- 1-2
- 3
- 4-5
- Más de 5

¿Omite algún tiempo de comida? ¿Cuál? *

- No
- Desayuno
- Almuerzo
- Cena
- Refrigerios

¿Considera que tiene un horario establecido para ingerir sus alimentos? *

- Si
- No

¿Actualmente realiza un tipo de dieta o sigue un régimen especial de alimentación? (Ej: Vegetariano) *

No

Si

Si la pregunta anterior es afirmativa, responde ¿Cuál?

Tu respuesta _____

Lesiones

Por favor diligencie la siguiente información

¿Ha sufrido alguna lesión durante el último año? *

- Si
- No

Si la respuesta anterior fue positiva ¿cuántas lesiones ha sufrido en el último año? *

- 1
- 2
- 3
- 4 o más
- No aplica

¿En qué parte del cuerpo presentó la lesión? *

- Cabeza
 - Cuello
 - Hombro
 - Brazo
 - Codo
 - Antebrazo
 - Muñeca
 - Mano
 - Pecho
 - Abdomen
 - Espalda
 - Cadera
 - Pelvis
 - Pierna
 - Rodilla
 - Tobillo
 - Pie
 - No aplica
-

¿Qué tipo de lesión presentó? *

- Inflamación / dolor
- Esguince
- Luxación
- Fractura
- Tendinopatía
- Lesión de cartílagos
- Lesión muscular
- Contusión
- No especificada / diagnóstica
- No aplica

¿Qué tipo de atención médica recibió? *

- Fue examinado y dado de alta
- Recibió tratamiento farmacológico
- Inmovilización
- Tratamiento quirúrgico
- No fue atendido
- No aplica

¿Recibió terapia o rehabilitación? *

- Si
- No
- No aplica