

Efecto del curso avanzado de combate sobre cualidades físicas condicionantes y características antropométricas en alumnos de la Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova de Bogotá D.C.

Effect of the advanced combat course on conditioning physical qualities and anthropometric characteristics in students of the General José María Córdova Military School of Cadets in Bogotá D.C.

*Diego Fabricio Rodríguez Camacho, **Jenner Rodrigo Cubides Amézquita, ***Juan Felipe Correa Mesa, ***Juan Carlos Correa Morales

*Centro de Ciencias del Deporte – Ministerio del Deporte (Colombia), **Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova (Colombia), ***Universidad Nacional de Colombia (Colombia)

Resumen. El Ejército Nacional de Colombia garantiza la formación de sus alumnos a partir del curso avanzado de combate, que simulan operaciones militares reales. Este artículo busca determinar el efecto del curso avanzado de combate sobre cualidades físicas y antropométricas en alumnos de la Escuela Militar. Para ello se realizó un estudio observacional, descriptivo con componente analítico, cuyos sujetos fueron medidos antes y después del Curso de Combate. La muestra incluyó 113 participantes, 26 mujeres y 87 hombres con edades promedio de $22 \pm 1,3$ años, pertenecientes a la Escuela Militar de Cadetes de Colombia. Las variables que se midieron fueron peso, talla, perímetro de cintura e Índice de masa corporal, el VO_2 máximo indirecto con el test de Leger, la fuerza máxima del cuadrante superior con el press banca acoplado al sistema T-Force[®], fuerza prensil y de espalda con dinamometría y la flexibilidad con el test Sit and Reach. Se evidenciaron cambios significativos: controladas por género: perímetro de cintura $p < .001$, IMC $p = .000847$, flexibilidad $p = .0147$, dinamometría de espalda $p = 5.12e-05$ y la variable RM $p = 9.26e-06$; controlando por género y lateralidad: fuerza prensil izquierda $p < .001$. Se logró evidenciar una reducción del IMC y perímetro de cintura. Existe un incremento de la fuerza isométrica extensora de tronco con disminución de la flexibilidad lumbar e isquiotibial, generando rigidez, estabilidad del tronco permitiendo soportar posturas y cargas. Se presentaron mejoras de fuerza máxima en miembros superiores y fuerza prensil izquierda, mejorando la capacidad de mantener cargas.

Palabras clave: Educación y entrenamiento físico, personal militar, fuerza muscular, antropometría.

Abstract. The National Army of Colombia guarantees the education of their students from advanced combat courses, which simulate real military operations. This article seeks to determine the effect of the advanced combat course on physical qualities and anthropometric characteristics in students of the Military School. For this, an observational, descriptive study with an analytical component was carried out, whose subjects were measured before and after the Combat Course. The sample included 113 participants, 26 women and 87 men with an average age of 22 ± 1.3 years, belonging to the Colombian Military Cadet School. The variables that were measured were weight, height, waist circumference and body mass index, the maximum indirect VO_2 with the Leger test, the maximum force of the upper quadrant with the bench press coupled to the T-Force[®] system, prehensile and back strength with dynamometry and flexibility with the Sit and Reach test. Results: The following variables showed change: controlled by gender: waist circumference $p < .001$, BMI $p = .000847$, flexibility $p = .0147$, back dynamometry $p = 5.12e-05$ and the variable RM $p = 9.26e-06$; controlling for gender and laterality: left grip strength $p < .001$. There was a reduction of BMI and waist circumference and significant increase in isometric trunk extensor force with decreased lumbar and hamstring flexibility, which generates rigidity, stability of the trunk allowing to support postures and loads. Students developed superior levels of maximum strength in upper limbs and left prehensile strength, improving the ability to hold loads.

Keywords: Physical Education and Training, Anthropometry, Military personnel, muscle strength.

Introducción

Un adecuado acondicionamiento físico en el personal que realiza labores de tipo militar es necesaria para el mantenimiento de las operaciones de acuerdo a las necesidades de las tropas en una diversidad de terrenos, altitudes y condiciones climáticas que en algunas oportunidades discurren por tiempos prolongados (Nindl et al., 2013; Thomas et al., 2004). Para lograr esta adaptación, se tiene que establecer un sistema de entrena-

miento que sea sistemático, secuencial y progresivo en donde se pueda evaluar tanto la intensidad, carga y frecuencia del mismo, con el fin de obtener en cortos tiempos unos niveles altos de adaptación y desempeño ante las tareas propias del militar (Friedl et al., 2015; Lester et al., 2010). Las tareas comunes que se deben cumplir en este entrenamiento deben permitir alcanzar una serie de objetivos específicos que incluyen llevar y transportar su equipo de campaña con su armamento de dotación por largas distancias sin perder su capacidad de maniobrabilidad, resistencia, fuerza y coordinación (Dijksma et al., 2021). Es por ello, por lo que las cualidades físicas como fuerza muscular, la potencia y la resistencia son críticas en el desarrollo de dichas labores.

Debido a lo anterior, el acondicionamiento físico es el pilar fundamental que requiere un militar para poder desempeñar las labores propias de su profesión, para ello el entrenamiento básico y los cursos militares específicos, se tienen que caracterizar por brindar un mejoramiento significativo de las capacidades de la condición física incluyendo su composición corporal, la adaptación aeróbica y anaeróbica al ejercicio, la fuerza muscular del tren superior e inferior, la agilidad, la potencia y resistencia muscular (Chassé et al., 2020; Hazell et al., 2010; Hendrickson et al., 2010).

Muchos estudios han demostrado que los cursos de entrenamiento básicos y avanzados en cuanto a lo físico y táctico en militares por tiempos de al menos 7 a 10 semanas de duración, tienen un efecto positivo en las cualidades físicas y la composición corporal de los cadetes (Èvoroviæ et al., 2021; Santtila et al., 2012; Vantarakis et al., 2017a), siendo el núcleo central de su formación, sobre el cual los demás planes de entrenamiento específicos según su destinación particular (infantería, artillería, blindados, caballería, etc.) están soportados. Estos cursos están diseñados de tal manera que potencialicen las destrezas del militar en el área de operaciones, interioricen la necesidad de un acondicionamiento físico como un valor intrínseco del militar y en definitiva crear un estilo de vida de preparación constante, que le conduzca a crear una estructura física logrando tener personal militar disponible para el desarrollo de operaciones por el mayor de tiempo disponible y disminuyendo el riesgo de lesiones (Santtila et al., 2015; Sharma et al., 2018).

Wood et al. (2017), evidenció la importancia de realizar una prueba de aptitud física para los soldados previa a un curso básico de entrenamiento militar, ya que al inicio de este los soldados de sexo masculino y femenino tenían diferencias de aproximadamente el 50% en variables como el VO_2 máximo, salto vertical, fuerza prensil, flexibilidad y otras manifestaciones de la fuerza medidas por número máximo logrado de flexiones de brazos y flexiones de piernas; variables que luego de 20 semanas de entrenamiento se redujeron considerablemente pero que permitieron identificar la necesidad de controlar y hasta cierto punto discriminar por sexo las cargas y proceso de adaptación física, esto con el fin de garantizar efectos positivos que se mantengan en el tiempo y en circunstancias reales de combate.

Ahora bien, los planes de entrenamiento se caracterizan por inducir cambios importantes en la composición corporal del militar especialmente en el porcentaje de masa magra y en el porcentaje de masa grasa

(Anderson et al., 2017; Williams et al., 1999). Con el mejoramiento de la composición corporal se logra un aumento en la efectividad para el cumplimiento de las tareas militares y con ello se alcanza una reducción del número de lesiones por el sobrepeso (Smith et al., 2012). La evaluación de variables como la circunferencia de cintura, así como de la predicción del consumo máximo de VO_2 , determinan información valiosa del progreso de los planes de entrenamiento en reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y mejorar tanto los componentes del acondicionamiento y en definitiva del estado de salud del militar (Chassé et al., 2020). Por otro lado, el nivel de condición física y la determinación de la antropometría del individuo que se ve sometido a cargas de peso, son factores importantes para el tipo de actividad militar. Se ha postulado que la persona de mayor peso puede tener mejor éxito que sus contrapartes menos pesados a pesar de su VO_2 más bajo en relación con composición corporal, sin embargo, esta premisa solo es cierta en las condiciones a que se refieren los estudios, siempre y cuando los militares con mayor peso estén a expensas del porcentaje de masa magra y no de porcentaje de masa grasa (Pihlainen et al., 2014).

En cuanto a la fuerza muscular, su condición está dada por la capacidad de producir energía mecánica que constituyen las fibras musculares, al igual que la capacidad de reacción de éstas, produciendo como resultado la generación de fuerza explosiva (Sánchez Rojas et al., 2020), la cual es fundamental en las tareas propias del militar como son el sortear obstáculos o realizar desplazamientos tácticos de maniobras en movimiento. Además, los altos niveles de capacidad aeróbica como de fuerza muscular, sobre todo en el tren inferior del cuerpo, son requeridas para el desempeño tanto de un deportista como de un militar (Santtila et al., 2009). De esta manera, un buen acondicionamiento muscular y en general un adecuado desempeño físico son factores importantes en la prevención de eventos como las fracturas por stress y lesiones en miembros inferiores (Chassé et al., 2020). Incluso, la especificidad en la adaptación al entrenamiento de resistencia con altas cargas durante las fases iniciales del entrenamiento militar llevan a la adaptación neuromuscular y posteriormente a la hipertrofia del músculo (Wang et al., 2013).

En consecuencia, después de varias semanas de entrenamiento en resistencia, el rol de la adaptación hipertrofica se puede incrementar. Esta condición de adaptación neural, asociada al desarrollo de fuerza muscular por parte de personal poco entrenado o sin entrenamiento, es mayor que en aquellos sujetos previamente

te bien entrenados, especialmente en los periodos iniciales de entrenamiento de resistencia (Moritani, 1993). El entrenamiento que desarrolla la fuerza explosiva o propulsiva comúnmente usada para alcanzar mejorías en el desarrollo de la fuerza máxima envuelve una serie de ejercicios que requiere que el militar o atleta ejecute una cantidad de fuerza mayor como sea posible en cortos periodos de tiempo con el objetivo de lanzar objetos con una aceleración dentro de un espacio libre (salto, pateo, lanzamiento)(Cormie et al., 2010). El incremento de la fuerza máxima a través del entrenamiento ha demostrado que tiene un impacto marcado en el rendimiento físico, en especial en variables como la fuerza desarrollada, la velocidad del movimiento y la altura del salto, posterior a periodos de entrenamiento basados en el aumento de la carga de peso (Shoepe et al., 2003).

Es evidente que para realizar cualquier tipo de actividad físico-deportiva se requiere de unos insumos fisiológicos, físicos, biomecánicos e incluso genéticos que en la mayoría de los casos están condicionados por los hábitos y estilos de vida de cada persona como factores condicionantes de su salud (Enriquez-Del Castillo et al., 2021; Kyröläinen et al., 2018). No obstante, en el caso de las operaciones militares, esta población está expuesta a condiciones físicas y mentales extremas que a futuro pueden desencadenar cambios significativos en su rendimiento cognitivo y conductual asociado con jornadas extensas y exigentes, déficit calórico, patrones de sueño irregular, entre otros, que traen consigo estados de fatiga central y periférica que se ven reflejados en la poca tolerancia a la actividad física rigurosa, disminución del rendimiento e incluso predisposición a lesiones musculoesqueléticas (Burley et al., 2018; Weeks et al., 2010).

En concordancia a lo anterior, Psaila & Ranson, (2017) reportaron que existe un mayor riesgo de lesiones durante la realización en un curso básico de entrenamiento militar si los participantes presentan niveles bajos de aptitud física previa al inicio del curso, lo cual puede causar la culminación prematura del curso, presencia de por lo menos una lesión y la consecuente disminución del rendimiento físico; de manera que la medición de variables constitutivas de la aptitud física pre-participación es una estrategia importante para la prevención de lesiones. Dado que en la literatura se ha reportado casos en los que una lesión previa es el primer factor de riesgo para la aparición o reincidencia de una lesión musculoesquelética en población militar (Knapik et al., 2013), se deben considerar las circunstancias y

exigencias que trae un curso de combate sobre los militares en formación.

La Escuela Militar de Cadetes en Colombia, al igual que la mayoría de las academias militares a nivel mundial, tiene como rol fundamental en la sociedad, la formación de los futuros oficiales del Ejército, cuya educación impartida se enfoca en las áreas del conocimiento militar como son el desarrollo y mantenimiento de un acondicionamiento físico adecuado, valores sobre ideología nacional, conceptos de seguridad y defensa nacional que son cualidades que los cadetes deben cultivar e interiorizar (- *Escuela Militar de Cadetes José María Córdova*, s. f.; Ahn et al., 2020). Para alcanzar el objetivo de crear una cultura de mejorar y mantener un acondicionamiento físico adecuado, en el cuarto año de estudios militares, se realiza el Curso Avanzado de Combate (CAC), en donde los cadetes permanecen inmersos durante ocho semanas en un escenario que simula y recrea un ambiente hostil cercano a las condiciones climáticas, locativas y de exposición a las que normalmente se ven sometidos en la vida real en el área de operaciones.

Adicionalmente, el curso se desarrolla en tres áreas, las cuales comprenden la formación básica, la formación profesional específica y el área socio - humanística, siendo la primera la de mayor relevancia para la presente investigación, debido a que está enmarcada en la preparación física necesaria para mostrar un desempeño adecuado durante el desarrollo del curso, y en la cual también el alumno estimula habilidades y destrezas en unidades de combate terrestre (Aparicio Gomez et al., 2019). De acuerdo con lo anterior, durante la formación técnica y táctica del curso de combate se imparten instrucciones de combate cuerpo a cuerpo, supervivencia de combate en el agua, trote de hasta 14 kilómetros, marchas con cargas, ejercicios de tiro mediante polígonos diurnos y nocturnos, manejo de armamento, entre otras; por último, a nivel socio-humanístico se destacan el liderazgo, espíritu de cuerpo o del combatiente, ética y honor militar. Así, a lo largo de las ocho semanas de duración del curso, los alumnos irán adquiriendo y potencializando sus habilidades, destrezas y razonamiento crítico para la toma de decisión frente a situaciones reales (Escuela de Entrenamiento y reentrenamiento táctico General José Mejía Henao, s. f.).

A pesar de que en la literatura se han reportado los beneficios significativos que generan estos cursos de entrenamiento militar de ocho semanas sobre cualidades físicas condicionales como la resistencia y la fuerza (Vantarakis et al., 2017b), en Colombia no existen reportes publicados a cerca de los beneficios que trae con-

sigo la participación en el este curso de entrenamiento militar, de manera que, aunque los cambios pueden ser visibles, al no estar cuantificados ni verificados, reducen la posibilidad de intervención para la mejoría de los procesos.

En síntesis, de lo expuesto, para la población militar en formación una identificación, caracterización y medidas de prevención oportuna previa al ingreso al curso de entrenamiento militar es de vital importancia, pues así se puede, por una parte, establecer parámetros de aptitud física, y por otro lado reducir la incidencia de lesiones durante la participación en el curso. Por esta razón el presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto del curso avanzado de combate sobre cualidades físicas condicionales y características antropométricas de los militares en formación.

Materiales y métodos:

Tipo de estudio y muestreo

Se realizó un estudio de tipo observacional, descriptivo con componente analítico, en el cual los sujetos fueron medidos en dos momentos temporales diferentes, antes del entrenamiento y después del entrenamiento en el Curso Avanzado de Combate, bajo las mismas condiciones de la medición inicial. La muestra incluyó 113 participantes, 26 fueron mujeres con una media de edad de 22 ± 1 años y 87 hombres con edades promedio de 22 ± 1 años. El muestreo fue por conveniencia valorando la totalidad de los cadetes participantes en el año electivo.

Como criterios de inclusión se tuvieron en cuenta a todos los militares en formación que ingresaban al curso avanzado de combate, que hubieran leído y aceptado el consentimiento informado y que no tuvieran ninguna restricción para someterse a las mediciones propuestas. En cuanto a los criterios de exclusión se contempló no hacer parte del estudio a aquellos sujetos que tuvieran una lesión musculoesquelética actual y/o restricción para realizar alguna de las mediciones, también aquellos quienes por alguna razón no completaran el curso o no pudieran realizar las segundas mediciones.

Características del entrenamiento militar

El curso de combate está estructurado de tal manera que en cada semana o microciclo de trabajo, las actividades se distribuyen por las áreas de formación básica, profesional general y socio-humanística; La primera que incluye la preparación física, está compuesta por actividades como las marchas diurnas y nocturnas con

equipos de campaña con cargas de 25 kg en promedio, el trote diario con recorrido de distancias progresivas de hasta 14 kilómetros, maniobras de salvamento acuático (tres veces por semana), geoposicionamiento y lectura de cartas, ejercicios de tiro con diferente armamento, comunicaciones además de las tareas y responsabilidades de los comandantes de pequeñas unidades. Los cadetes fueron expuestos a un ambiente hostil cercano a las condiciones similares a su trabajo en campo. Para lograr lo anterior, el Ejército Nacional cuenta con el Centro Nacional de Entrenamiento (CENAE) en el fuerte militar de Tolemaida-Cundinamarca, lugar en donde las temperaturas oscila de entre 27 a 32° y una altitud a 336 metros sobre el nivel del mar garantizan las condiciones óptimas para el cumplimiento de los objetivos.

Composición corporal

Las variables de la composición corporal fueron tomadas por una nutricionista-antropometrista categoría ISAK 1 (International Society for the Advancement of Kinanthropometry), de acuerdo con el protocolo pretest, donde además se especifica que los datos se deben tomar en horas de la mañana y a la misma hora para todos los grupos. Los sujetos fueron pesados en ropa interior, sin zapatos, sin que hubieran realizado ejercicio físico las veinticuatro horas previas al análisis, sin que hubieran ingerido alimentos cuatro horas antes de la prueba, con un buen estado de hidratación, así como haber realizado su última micción treinta minutos antes de comenzar las pruebas (Thurlow et al., 2018). Para medir la composición corporal por bioimpedancia eléctrica se usó el equipo SECA mBCA 525 (Medical Body Composition Analyzer, Hans E. Ruth S.A, Hamburg, Germany), que usa el método de medición de análisis de impedancia bioeléctrica de ocho puntos, con diecinueve frecuencias de medición que van desde 1 hasta 1.000 kHz, lo cual permite hacer el registro multisegmento del cuerpo y el ángulo de fase (0° - 20°). La talla fue tomada usando un estadiómetro de plataforma manual (Seca 274, Hamburg, Germany). La circunferencia de cintura se midió en el punto medio entre la última costilla y la cresta iliaca usando una cinta métrica (Ohaus® -8004MA, Parsippany, NJ, USA). Los datos obtenidos fueron analizados y almacenados mediante el software Seca Analytics 115®.

Consumo de VO_2 Máximo

Para estimar el VO_2 máximo se aplicó la prueba de campo Course Navette (García & Secchi, 2014) donde

el sujeto debió correr de ida y vuelta una distancia de 20 metros previamente delimitados y señalados de forma visual con conos reflectivos; el tiempo para completar la distancia requerida estuvo determinada por una señal sonora, que cuando el sujeto no completa una vuelta en el tiempo determinado es retirado de la prueba. Al final de la prueba se toma en cuenta el número de vueltas, el nivel alcanzado y la velocidad máxima alcanzada mismo que indicará su VO_2 máximo calculado mediante el predictor para consumo máximo de oxígeno (Ramsbottom et al., 1988) e informando la potencia aeróbica máxima con un valor de $r=0.84$ y un error de estimación estándar de 5,4 ml/kg/min (Léger & Lambert, 1982).

Fuerza máxima en miembros superior e inferior

La prueba en miembros inferiores consistió en realizar la ejecución de un movimiento vertical con carga, a la mayor velocidad posible, colocando la barra de pesas por detrás de la cabeza apoyada sobre la parte superior de la espalda. Para ello se utilizó una máquina tipo Smith machine (20kg), la cual fue cargada progresivamente con aumentos de 5, 10 y 20 kg en cada repetición. A partir de esta posición, se realizó una flexión profunda de las piernas, hasta sobrepasar la horizontal del muslo con respecto al suelo, pasando a continuación a la extensión inmediata de las piernas hasta la extensión completa. Los sujetos fueron instruidos para realizar una fase descendente controlada y una fase ascendente a la mayor velocidad posible. Después del calentamiento, la barra se fue cargando progresivamente, desde una velocidad media en la fase propulsiva del movimiento aproximada de 1.4 m/s, con aumentos de 10 o 20 kg en cada serie, hasta que la velocidad media en la fase propulsiva del movimiento fue aproximadamente de 0.95 m/s. Los sujetos realizaron entre 1 y 3 repeticiones con cada carga siendo registrada aquella que tuviese el mejor resultado acompañado de una ejecución correcta (Sanchez-Medina et al., 2010). Se realizó un descanso de 3 minutos entre cada carga.

Para el protocolo de la fuerza del tren superior se realizó el procedimiento con el mismo equipo Smith, posicionando al sujeto en un banco de press, siendo la posición inicial decúbito supino en banco, rodillas flexionadas y pies apoyados en el mismo, codos 90° en flexión y hombros 90° en abducción. La distancia de separación de las manos fue evaluada previamente y estuvo sujeta a que el agarre debió permitir las angulaciones en las articulaciones descritas en esa posición inicial.

Los sujetos desplazaron hacia arriba verticalmente, de manera libre, una barra (20 kg) en un movimiento concéntrico y con la intención de hacerlo a la máxima velocidad. A los sujetos se les indicó que realizaran la fase concéntrica con la mayor velocidad posible y se controlaba el descenso durante la fase excéntrica, descendiendo la barra hasta rozar el pecho con el fin de evitar la acción de rebote al invertir la dirección del movimiento. Tras una señal acústica con tiempo aleatorizado, para evitar acciones de contra movimiento, el sujeto desplazaba la barra a la máxima velocidad. Se realizó usando el protocolo incremental (Góme-Piriz et al., 2012). Se utilizó un dinamómetro isoinercial T-Force (T-Force System, Ergotech, Muria, España) para la medición de la velocidad del desplazamiento (1.000 Hz).

Fuerza Preñil

Para llevar a cabo la evaluación de fuerza preñil se utilizó un dinamómetro electrónico con capacidad máxima de 90 kg y una tolerancia de $\pm 0,5$ kg marca CAMRY EH 101®. Se realizaron tres tomas repetidas de cada extremidad con descanso de 3 minutos entre cada toma, Se le pidió a la persona que se colocara en bipedestación y separando los brazos de los costados se le colocó el dinamómetro en la mano derecha, se ajustó a su nivel de longitud de las manos y se le solicitó que con la mayor fuerza posible realizara una presión manual, la cual ayudó a determinar la fuerza de los músculos ante flexores de los dedos, de igual manera se le pidió que lo realizara con la mano izquierda, obteniendo los resultados en valor de kilogramos de ambas extremidades. es un método sencillo, fácil y recomendado para la evaluación de la fuerza muscular según protocolo Eurofit (Tsigilis et al., 2002).

Flexibilidad test de Sit and Reach

La flexibilidad isquiosural y gran parte de la cadena muscular posterior se valoró mediante el test clásico de Sit and Reach (F. Ayala, P. Sainz de Baranda, M. de Ste Croix y F. Santonja, 2012) donde se realizaron tres tomas repetidas, tomando el mejor dato para el análisis estadístico. Todos los instrumentos de medición usados en el estudio se encontraban previamente calibrados, con el fin de evitar errores sistemáticos en la evaluación de las variables.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se realizó un análisis estadístico de tipo descriptivo que determinó las características distribucionales de las variables; además se

construyeron modelos inferenciales para establecer cuales variables presentaron cambios significativos. Lo anterior permitió generar hipótesis acerca de los resultados del entrenamiento en cada una de sus dimensiones. Para esto se utilizaron pruebas t de Student para chequear diferencias de medias y modelos de regresión lineal para observar las diferencias entre géneros. Usando el paquete estadístico R la versión 4.0.1.

Consideraciones éticas

El estudio obtuvo el aval del comité de ética en Ciencias Sociales y Exactas (CEDSE) de la Escuela Militar de Cadetes en la ciudad de Bogotá (Acta 5919 Reg al Folio 94, del 07 de noviembre del 2018). También se contemplaron los principios éticos de la declaración de Helsinki para investigaciones médicas en seres humanos (*Pautas para la Buena Práctica Clínica (BPC) en ensayos con productos farmacéuticos. OMS, Serie de informes técnicos, No. 850, Anexo 3 - Comité de expertos de la OMS en la selección y uso de medicamentos esenciales, Sexto informe, 1993: Apéndice 1. Declaración de Helsinki 1, s. f.*).

Resultados

Para el análisis descriptivo de las variables antropométricas consideradas en el estudio se realizó una segmentación de los datos por el género, con reporte pre y post-curso avanzado de combate de las variables IMC, el peso y perímetro de cintura (ver tabla 1). De la misma manera, para el análisis descriptivo de las variables fuerza prensil, VO₂ máximo indirecto, fuerza máxima del cuadrante superior y flexibilidad se realizó una división por el género, con reporte pre y post-curso avanzado de combate (ver tabla 1).

A continuación, se determinó la diferencia pre y post-curso para cada variable; luego se construyó un modelo lineal en el cual se incluyeron las variables a controlar, debido a que se podría presentar un efecto de confusión. (ver tabla 2).

La variable perímetro de cintura mostró un cambio significativo controlando por género p (inferior a 0.001) (Figura No. 1); la variable IMC tuvo un cambio significativo controlado por género (valor $p=0.000847$) (Figura No. 2). Igualmente, la variable flexibilidad controlada por género mostró un cambio significativo (valor $p=0.0147$) (Figura No. 3). En cuanto a la variable fuerza prensil izquierda se obtuvo un cambio significativo (valor p menor que .001) controlando por género y lateralidad. En dinamometría de espalda hubo un cambio significativo (valor $p=5.12e-05$) controlando por la

Tabla 1

Descriptivo de las características antropométricas discriminadas por género

Variable	n	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Edad (años)	113	22.37	1.39	19.81	27.18
Talla total (cm.)	68	167.45	7.92	150.00	185.00
Talla Mujeres (cm.)	16	158.66	4.82	150.00	172.00
Talla Hombres (cm.)	52	170.16	6.62	152.00	185.00
IMC pre Total (kg/talla ²)	67	23.44	1.96	17.91	28.93
IMC pre-Mujeres (kg/talla ²)	16	23.50	2.80	17.91	26.93
IMC pre-Hombres (kg/talla ²)	52	23.48	1.68	20.04	28.93
IMC pos Total (kg/talla ²)	67	22.37	1.94	16.97	27.41
IMC pos-Mujeres (kg/talla ²)	16	22.72	3.04	16.97	26.95
IMC pos-Hombres (kg/talla ²)	52	22.33	1.53	19.13	27.41
Perímetro de cintura pre-Mujeres (cm.)	16	76.40	7.29	65.00	88.00
Perímetro de cintura pre-Hombres (cm.)	52	79.81	5.42	70.00	98.00
Perímetro de cintura pos-Mujeres (cm.)	16	70.21	7.04	59.00	81.00
Perímetro de cintura pos-Hombres (cm.)	52	75.55	3.62	66.20	87.60

IMC: Índice de Masa Corporal.

Tabla 2

Descriptivos de las variables obtenidas al evaluar el fitness militar, segmentadas por género

Variable	n	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Vo _{2max} pre Total (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	61	48.12	5.81	32.00	58.30
Vo _{2max} pre-Mujeres (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	11	38.68	3.70	32.00	43.70
Vo _{2max} pre-Hombres (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	50	50.20	3.75	37.90	58.30
Vo _{2max} pos-Total (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	61	44.62	5.37	29.20	58.30
Vo _{2max} pos-Mujeres (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	11	38.69	3.68	29.20	43.70
Vo _{2max} pos-Hombres (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	50	45.93	4.78	37.90	58.30
Leger pre-Total (minutos)	61	8.74	1.94	3.48	12.20
Leger pre-Mujeres (minutos)	11	5.55	1.14	3.48	7.10
Leger pre-Hombres (minutos)	50	9.44	1.26	5.35	12.20
Leger pos Total (minutos)	61	7.53	1.80	2.40	12.12
Leger pos-Mujeres (minutos)	11	1.18	5.51	2.40	7.00
Leger pos-Hombres (minutos)	50	7.98	1.60	5.00	12.12
Flexibilidad pre Total (cm)	68	4.57	7.72	-13.00	22.00
Flexibilidad pre-Mujeres (cm)	16	6.18	7.65	-9.00	17.00
Flexibilidad pre-Hombres (cm)	52	4.07	7.75	-13.00	22.00
Flexibilidad pos Total (cm)	68	3.48	6.80	-12.00	19.00
Flexibilidad pos-Mujeres (cm)	16	3.50	7.22	-10.00	14.00
Flexibilidad pos-Hombres (cm)	52	3.48	6.74	-12.00	19.00
F. Prensil D pre Total (kg)	68	42.67	10.57	21.70	69.70
F. Prensil Derecha pre-Mujeres (kg)	16	28.60	3.34	21.70	33.20
F. Prensil Derecha pre-Hombres (kg)	52	47.00	7.89	26.90	69.70
F. Prensil Izquierda pre Total (kg)	68	28.20	16.20	1.00	56.00
F. Prensil Izquierda pre-Mujeres (kg)	16	7.87	4.73	1.00	17.00
F. Prensil Izquierda pre-Hombres (kg)	52	34.46	13.00	4.00	56.00
F. Prensil Derecha pos Total (kg)	68	41.86	9.36	20.00	60.00
F. Prensil Derecha pos-Mujeres (kg)	16	29.81	4.65	20.00	38.00
F. Prensil Derecha pos-Hombres (kg)	52	45.57	7.02	31.00	60.00
F. Prensil Izquierda pos Total (kg)	68	40.98	8.94	20.00	65.00
F. Prensil Izquierda pos-Mujeres (kg)	16	30.06	4.49	20.00	36.00
F. Prensil Izquierda pos-Hombres (kg)	52	44.34	7.09	28.00	65.00
Dinamometría espalda pre Total (kg)	69	161.59	51.00	80.00	280.00
Dinamometría espalda pre-Mujeres (kg)	16	108.12	27.37	80.00	170.00
Dinamometría espalda Pre-Hombres (kg)	53	177.73	45.17	110.00	280.00
Dinamometría espalda pos Total (kg)	69	178.69	44.22	90.00	290.00
Dinamometría espalda pos-Mujeres (kg)	16	155.62	30.54	90.00	210.00
Dinamometría espalda pos-Hombres (kg)	53	185.66	45.55	110.00	290.00
IRM pre Total	55	51.54	18.28	22.00	83.00
IRM pre-Mujeres	15	27.06	5.17	22.00	36.00
IRM pre-Hombre	40	60.72	11.67	22.00	83.00
IRM pos-Total	62	49.83	14.11	23.00	76.00
IRM pos-Mujeres	15	30.43	5.12	23.00	38.00
IRM pos-Hombres	47	56.02	9.70	29.00	76.00
VMP pre-Total (m/s)	55	.391	.06	.25	.50
VMP pre-Mujeres (m/s)	15	.38	.05	.28	.47
VMP pre-Hombres (m/s)	40	.39	.06	.25	.50
VMP pre-Total (m/s)	65	13.18	7.12	1.00	29.00
VMP pos-Mujeres (m/s)	15	8.53	4.29	3.00	17.00
VMP pos-Hombres (m/s)	50	14.58	7.23	1.00	29.00
Carga pre-Total (kg)	55	43.60	15.61	20.00	75.00
Carga pre-Mujeres (kg)	15	23.03	3.69	20.00	29.00
Carga pre-Hombres (kg)	40	51.32	10.43	20.00	75.00
Carga pos-Total (kg)	62	40.03	12.07	20.00	65.00
Carga pos-Mujeres (kg)	15	24.74	4.76	20.00	20.00
Carga pos-Hombres (kg)	47	44.91	9.25	24.50	65.00

VMP: Velocidad Máxima Propulsiva; IRM: Repetición Máxima; VO_{2max}: Consumo Máximo de VO₂.

Tabla 3

Diferencia de Medidas Pre y Pos- Curso Avanzado de Combate de las Variables (T-Student pareada).

Variable	Estimador	Error Típico	Valor T	Valor P	Variables controladas
Perímetro de Cintura (cm)	-6.1875	.8822	-7.013	1.53e-09	Sexo
IMC (kg/talla ²)	-0.7809	.2233	-3.497	.000847	Sexo
Flexibilidad (cm)	-2.687	1.072	-2.507	.0147	Sexo
Fuerza prensil derecha (kg)	1.238	1.334	.928	.3567	Sexo y Lateralidad
Fuerza prensil izquierda (kg)	22.789	2.300	9.909	1.28e-14	Sexo y Lateralidad
VO _{2max} (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	.009091	1.559310	.006	.9954	Sexo
Dinamometría de espalda (kg)	-47.50	10.97	-4.329	5.12e-05	Sexo
VMP (m/s)	-3.367	2.131	-1.580	.120121	Sexo
IRM	-8.152	1.662	-4.905	9.26e-06	Sexo
Carga (kg)	-1.707	2.473	-0.690	.49318	Sexo

IMC: Índice de Masa Corporal; VO_{2max}: Consumo Máximo de VO₂; VMP: Velocidad Máxima Propulsiva; IRM: Repetición Máxima.

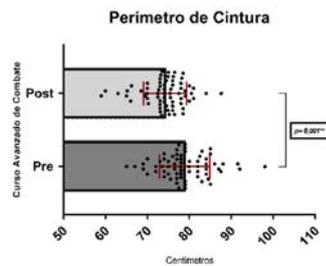


Figura 1. Comparación pre y post que evidencia cambios en el perímetro de Cintura debido al Curso Avanzado de Combate (t-Student para datos pareados). Fuente: Original de los autores.

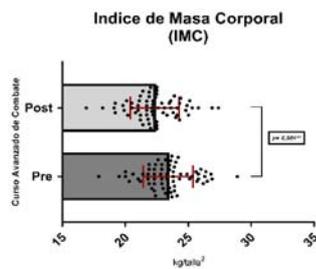


Figura 2. Comparación pre y post que evidencia cambios en el Índice de Masa Corporal (IMC), debido al Curso Avanzado de Combate (t-Student para datos pareados). Fuente: Original de los autores.

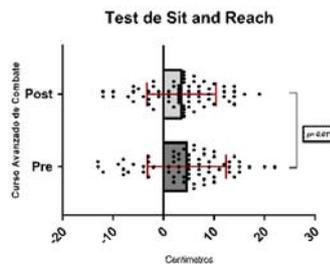


Figura 3. Comparación pre y post que evidencia cambios en el test de flexibilidad (Sit and Reach), debido al Curso Avanzado de Combate (t-Student para datos pareados). Fuente: Original de los autores.

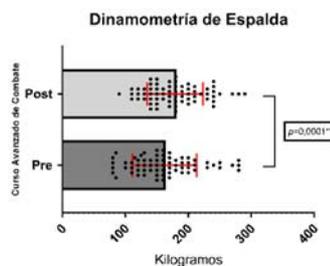


Figura 4. Comparación pre y post que evidencia cambios en la dinamometría de espalda, debido al Curso Avanzado de Combate (t-Student para datos pareados). Fuente: Original de los autores.

variable género (Figura No. 4) y la variable RM también mostró una significancia con valor $p = 9.26e-06$ controlando al igual por la variable género.

Discusión

En la actualidad es evidente la necesidad de nuevas tendencias y estrategias para la formación militar en situaciones reales de entrenamiento y desempeño operacional en el área de combate. Sin embargo, en Colombia son escasos los reportes acerca de los efectos que tienen los cursos de combate en los alumnos. En el

presente estudio, la muestra de alumnos que realizaron el curso avanzado de combate presentó una disminución estadísticamente significativa en el perímetro de cintura, lo cual representa un hallazgo importante en la población militar considerando que el principal componente del síndrome metabólico es la obesidad abdominal, lo cual no solamente expone a la persona a una serie de trastornos que ponen en riesgo su salud, sino que además, dificulta el óptimo desempeño durante las pruebas en campo y en general en su vida militar (Buendía et al., 2016).

En este estudio también se encontró una disminución significativa del Índice de masa corporal (IMC) al finalizar el curso avanzado de combate tanto en hombres como mujeres. El cambio puede estar asociado con la alta demanda energética derivada de las actividades militares desarrolladas en el curso, también por un imbalance entre la relación consumo-gasto energético. Sin embargo, no se puede determinar únicamente con el IMC si el cambio se debió a una disminución en el tejido adiposo o si por el contrario la disminución fue a nivel de masa muscular, pues de cualquiera de los dos casos las repercusiones pueden generar efectos negativos sobre el desempeño de los militares e incluso incrementar los gastos destinados a la preparación física o cuidado de la salud (Afari et al., 2019).

No obstante, estos resultados asociados con la disminución en el IMC luego de realizar el curso concuerdan con los reportes de Sanderson et al. (2018), quienes comprobaron que el índice de masa corporal y el perímetro abdominal son indicadores útiles como resultados de aptitud física para los militares británicos, debido a que incrementos en el IMC se asocian con riesgo metabólico y dificultad para ejecutar tareas militares como caminatas con transporte de carga. De esta manera, para los militares resulta fundamental el control de su consumo y gasto energético, en la media en que no se excedan los parámetros aceptables de peso con relación a la talla y esto no genere impacto negativo sobre el desempeño durante los cursos de combate y en su carrera profesional.

Sumado a lo anterior, Pebley et al. (2019), encontraron que una disminución significativa del peso durante la participación en un curso de actividad física orientada a la pérdida de peso en el personal de la fuerza aérea mejora el desempeño en pruebas de aptitud física, con lo cual pueden desempeñar mejor sus funciones laborales y además prevenir enfermedades asociadas con el sobrepeso y obesidad, considerando la alta demanda que conllevan las actividades militares.

Por otro lado, este resultado difiere con lo reportado por Pierce et al. (2017), quienes encontraron que «un aumento del IMC se asoció con el mejor rendimiento en atributos de aptitud física de fuerza y potencia durante las tareas militares comunes pero disminuyó la velocidad y agilidad en hombres y mujeres». Lo anterior puede argumentarse a partir de lo mencionado previamente, pues un cambio en el IMC por sí solo no permite determinar mejorías o deficiencias en los componentes musculares o adiposos, de manera tal que un incremento del IMC dado por un incremento en la masa muscular podría justificar una mejoría en el rendimiento militar, o por el contrario una disminución del IMC a expensas de la disminución del porcentaje de grasa podría explicar mayor fluidez en los movimientos y en las actividades de resistencia, marcha con sobrecarga, entre otras (Hruby et al., 2017).

En cuanto a la flexibilidad, aplicando la prueba de sit and reach se obtuvo un resultado estadísticamente significativo asociado a la disminución del rango de movimiento medido durante la prueba, con lo cual se puede inferir que posterior al curso de combate, los participantes tuvieron mayor limitación del movimiento tanto lumbar como isquiotibial. Lo anterior puede resultar contradictorio, debido a que, si se analiza la actividad física que los alumnos mantienen durante el curso avanzado de combate, y con el estímulo sobre el tejido viscoelástico, los rangos de movimiento deberían por lo menos mantenerse sin cambios. Estos resultados concuerdan con los reportes de Caicedo y cols., quienes documentaron que la disminución del rango de movimiento y como tal de la flexibilidad en columna en tripulantes de helicóptero del Ejército Nacional Colombiano está asociada a los mecanismos compensatorios neuromusculares por medio de los cuales hay una protección de las cargas durante la adopción de posturas prolongadas sean bípeda o sedente, de manera que se reduce el movimiento de forma inmediata para brindar estabilidad y prevenir la aparición de lumbalgia mecánica (Caicedo et al., 2013).

En un estudio desarrollado por Dunk & Callaghan. (2010), en donde se contemplaron las características y efectos sobre la biomecánica de la columna lumbar durante posiciones prolongadas asociados con el dolor lumbar, encontraron que hay una paradoja en la relación movimiento/dolor, de manera que a mayor movimiento y desplazamientos del cuerpo durante el mantenimiento de posturas no generaba ningún cambio en la percepción del dolor lumbar, por el contrario, la rigidez parece brindar estabilidad y reducir la sintomatología dolo-

rosa. Es probable que, con base en estos reportes, los alumnos participantes en este estudio adoptaron estas estrategias de inmovilidad o rigidez con el fin de poder soportar posturas prolongadas con la sobrecarga propia de sus implementos militares.

Para la variable fuerza prensil, al ser controlada en el modelo lineal por sexo y lateralidad se encontró significancia estadística en la fuerza prensil izquierda de toda la muestra. Estos hallazgos pueden argumentarse a partir de los procesos de aprendizaje y control motor que constituyen el esquema corporal, el cual como representación interna de las experiencias y estímulos de movimiento de la persona, activa zonas corticales y subcorticales para reconocer, predecir y anticipar movimientos, que en el caso de no ser tan representativos en la cotidianidad como en este caso la no dominancia en mano, exigen el uso de mayores insumos cerebrales que pueden reflejar cambios iniciales y mejoría representativos a corto plazo (Autor & Alvis, 2017).

Sin embargo, a diferencia de lo anterior, Wood et al. (2017b), no reportaron cambios significativos en la fuerza prensil de hombres y mujeres luego de un curso de entrenamiento militar básico de 20 semanas, datos que pueden verse influenciados por la falta de especificidad en el trabajo de fuerza prensil, ya que por lo general los reportes de trabajos de la fuerza se dan a partir de patrones de movimiento global o conjunto que no incluyen la musculatura intrínseca y extrínseca de la mano. Incluso, en el estudio realizado por Johnson et al. (1994), no se encontraron cambios significativos en la fuerza prensil de hombres jóvenes sanos luego de un curso de entrenamiento militar de 8,5 semanas, incluso esta fuerza prensil tampoco tuvo relación con los cambios del índice de masa libre de grasa, esto debido a que, durante el entrenamiento militar, así como se mencionó previamente se involucran trabajos globales con grupos musculares más grandes.

Con relación a los resultados del $VO_{2\text{MAX}}$, en este estudio no hubo cambios significativos en la muestra. No obstante, se deben contemplar algunas variables que pudieron incidir en los resultados, así como se evidenció tras la realización de una revisión de la literatura, en donde se observa que en un periodo de 23 años no hubo cambios significativos en el $VO_{2\text{MAX}}$ de hombres y mujeres reclutas del ejército de estados unidos, lo cual es argumentado por cambios en el peso corporal, falta de motivación y de intención de ejecutar la prueba (Knapik et al., 2006), esto sumado a factores ambientales que inciden sobre el desempeño, como por ejemplo la baja temperatura, la hora de ejecución de la prueba y las

actividades previas realizadas por los sujetos medidos.

Por otro lado, se encontró que la fuerza isométrica en espalda aumentó luego del curso avanzado de combate de manera significativa estadísticamente. Este resultado puede asociarse con lo descrito previamente en cuanto al mecanismo de estabilización lumbar en donde la restricción del movimiento permite el soporte durante el mantenimiento de posturas prolongadas con soporte de carga, lo cual indudablemente exige de la activación isométrica de los músculos tónicos de tronco (Caicedo et al., 2013).

A pesar de lo anterior, los resultados del presente estudio difieren con Vaara et al. (2015), quienes no encontraron diferencias en la fuerza de espalda luego de un entrenamiento de resistencia adicional al entrenamiento militar durante ocho semanas, datos que se pueden justificar debido a la notable diferencia entre el alto volumen de carga aeróbica (marcha prolongada) versus un volumen muy bajo de entrenamiento de resistencia (métodos de ganancia de fuerza específica) durante las actividades en campaña. Probablemente la falta de especificidad en la planificación del entrenamiento y en las cualidades físicas como la fuerza pueden generar diversos resultados difíciles de controlar y justificar en la práctica militar.

Por último, se encontró una significancia estadística en la variable fuerza máxima en miembros superiores lo cual es de suma importancia, ya que la fuerza como capacidad física es fundamental para el desarrollo y rendimiento de las actividades militares. Incluso, hay reportes de la literatura en donde se ha documentado que las operaciones militares prolongadas desencadenan disminución en la fuerza y potencia muscular, lo cual repercute en la capacidad de los soldados para mantener el armamento, soporte y distribución de las cargas (Kyröläinen et al., 2018), de manera que para esta muestra el incremento de la fuerza pudo influir positivamente en su participación y formación durante el curso.

Los resultados del presente estudio se asemejan a los hallazgos de Vantarakis et al. (2017a), quienes encontraron mejoría significativa en el rendimiento de los cadetes de la Academia Naval Helénica posterior a un entrenamiento adicional de fuerza durante ocho semanas, en donde los valores de fuerza máxima medidos en press de banca incrementaron e indujeron cambios positivos tanto en la preparación como en el rendimiento de los cadetes al ejecutar sus funciones militares. Además, Lester et al. (2014), también encontraron cambios positivos al aplicar un programa de fuerza específico durante siete semanas en el ejército de los Estados

Unidos, en donde a comparación de un grupo control que siguió una rutina de entrenamiento militar convencional (enfocada a trabajos de resistencia cardiovascular) maximizaron su rendimiento físico y previnieron lesiones relacionadas al dolor lumbar y cervical. Adicionando a lo anterior, en revisiones sistemáticas sobre el efecto del entrenamiento físico en el rendimiento durante el transporte de carga «se ha podido determinar la existencia de efectos benéficos en la capacidad de soportar cargas cuando durante el mismo entrenamiento de la fuerza se involucra el transporte de carga progresiva funcional (simulando la que se transporta en la mochila)» (Knapik et al., 2012).

Con base en los hallazgos, se podría sugerir que el incremento de la fuerza durante el curso avanzado de combate resulta ser un factor positivo para la mejoría del rendimiento en operaciones militares, y de igual manera proyectivo para la aparición de lesiones musculoesqueléticas derivadas de las cargas de trabajo.

No obstante, aunque en la presente investigación se obtuvo información relevante para la muestra analizada y pudo determinarse tanto similitudes como diferencias al analizar los reportes existentes en la literatura, hubo limitaciones en el desarrollo del estudio que pudieron condicionar algunos los resultados, como por ejemplo los del $Vo2_{max}$, debido a que los participantes fueron medidos en un periodo muy cercano a la culminación del curso avanzado de combate (aproximadamente 48 horas), en donde la fatiga acumulada pudo haber afectado el desempeño durante la prueba, y posiblemente también en las pruebas de fuerza en extremidades. Adicionalmente, otra limitante del estudio se deriva de la posibilidad de haber hecho un seguimiento de cohorte por más tiempo, de manera que se pudiera analizar los resultados de manera comparativa con otros grupos que realicen el curso de combate y caracterizar el efecto de este y si los cambios se mantienen en el tiempo o tienen un patrón común.

Conclusiones

La formación integral que brinda el Ejército Nacional colombiano a sus alumnos incluye actividades lo más cercanas a situaciones que viven los militares en sus teatros de operaciones. Un ejemplo de esto es el desarrollo de curso de entrenamiento militar, el cual contribuye a la adquisición y desarrollo de habilidades fundamentales que se aplicaran a lo largo de la vida militar.

Con base en los resultados obtenidos en esta investigación se puede concluir que los alumnos que partici-

pan en el curso avanzado de combate como parte de su formación militar reducen de manera significativa su IMC y perímetro de cintura, lo cual se convierte en un factor protector ante el síndrome metabólico y mejora su rendimiento durante operaciones militares. De igual manera, los alumnos desarrollaron como estrategia preventiva ante dolor lumbar y/o de espalda que son característicos en esta población, un incremento significativo de la fuerza isométrica extensora de tronco con una disminución de la flexibilidad lumbar e isquiotibial, lo cual genera rigidez y estabilidad del tronco y a su vez permite soportar posturas y cargas mantenidas durante tiempo prolongado.

En cuanto a la fuerza máxima en miembros superiores y la fuerza prensil izquierda se concluye que los participantes de este estudio desarrollaron niveles superiores de estas variables, mejorando la capacidad de levantar y soportar cargas como el armamento y las mochilas, y gracias a ello maximizaron su rendimiento físico.

Financiamiento

Este estudio fue soportado con recursos de la convocatoria interna 002-2018 del Comando de Apoyo Tecnológico de Ejército de Colombia según acta 054911 del 16 de abril del 2018.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener ningún tipo de conflicto de intereses en el desarrollo del presente estudio.

Agradecimientos

Agradecemos a los directivos y personal integrante de la Escuela Militar de Cadetes «General José María Córdova» así como a los integrantes de la Escuela de Entrenamiento y re-entrenamiento del Ejército Nacional (ESERT), por su apoyo en el desarrollo del presente proyecto. Agradecemos a los Doctores Angélica María Puentes, Daniel Fernando Aparicio y Ana Isabel García Muñoz en el desarrollo del proyecto.

Referencias

Escuela Militar de Cadetes José María Córdova. (s. f.). Recuperado 4 de octubre de 2021, de <https://www.esmic.edu.co/index.php?idcategoria=288>.
Añari, N., Cuneo, J. G., Herbert, M., Miller, I., Webb-

Murphy, J., Delaney, E., Peters, J., Materna, K., Miggantz, E., Godino, J., Golshan, S., & Wisbach, G. (2019). Design for a cohort-randomized trial of an acceptance and commitment therapy-enhanced weight management and fitness program for Navy personnel. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 15, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2019.100408>

Ahn, H., Kim, Y., Jeong, J., & So, Y. (2020). Physical Fitness Level and Mood State Changes in Basic Military Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(23), 9115. <https://doi.org/10.3390/ijerph17239115>

Anderson, M. K., Grier, T., Canham-Chervak, M., Bushman, T. T., Nindl, B. C., & Jones, B. H. (2017). Effect of Mandatory Unit and Individual Physical Training on Fitness in Military Men and Women. *American Journal of Health Promotion*, 31(5), 378-387. <https://doi.org/10.1177/0890117116666977>

Aparicio Gomez, D. F., Castro Jiménez, L. E., García Muñoz, A. I., Cubides Amézquita, J. R., & Puentes Salazar, A. M. (2019). Revisión sistemática de la repercusión fisiológica de los cursos militares operacionales cortos para el soldado. *Revista Científica General José María Córdova*, 17(26), 433-451. <https://doi.org/10.21830/19006586.402>

Buendía, R., Zambrano, M., Díaz, Á., Reino, A., Ramírez, J., & Espinosa, E. (2016). Puntos de corte de perímetro de cintura para el diagnóstico de obesidad abdominal en población colombiana usando bioimpedanciometría como estándar de referencia. *Revista Colombiana de Cardiología*, 23(1), 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2015.07.011>

Burley, S. D., Drain, J. R., Sampson, J. A., & Groeller, H. (2018). Positive, limited and negative responders: The variability in physical fitness adaptation to basic military training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1168-1172. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.06.018>

Caicedo-Molina I, Barbosa-Peña M, Cruz-Cruz W, Gualtero-Ussa H, Sanabria-Chacón J. (2013). Fuerza muscular, flexibilidad y postura en la prevalencia de dolor lumbar de los tripulantes de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia. *Rev. Fac. Med*, 61(4), 357-363.

Chassé, E., Laroche, M.-A., Dufour, C.-A., Guimond, R., & Lalonde, F. (2020). Association Between Musculoskeletal Injuries and the Canadian Armed Forces Physical Employment Standard Proxy in Canadian Military Recruits. *Military Medicine*, 185(7-

- 8), e1140-e1146. <https://doi.org/10.1093/milmed/usaa011>
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2010). Adaptations in Athletic Performance after Ballistic Power versus Strength Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(8), 1582-1598. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181d2013a>
- Èvoroviã, A., Kukia, F., Orr, R. M., Dawes, J. J., Jeknia, V., & Stojkoviã, M. (2021). Impact of a 12-Week Postgraduate Training Course on the Body Composition and Physical Abilities of Police Trainees. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 826-832. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002834>
- Dijksma, I., Sharma, J., & Gabbett, T. J. (2021). Training Load Monitoring and Injury Prevention in Military Recruits: Considerations for Preparing Soldiers to Fight Sustainably. *Strength & Conditioning Journal*, 43(2), 23-30. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000632>
- Dunk, N. M., & Callaghan, J. P. (2010). Lumbar spine movement patterns during prolonged sitting differentiate low back pain developers from matched asymptomatic controls. *Work*, 35(1), 3-14. <https://doi.org/10.3233/WOR-2010-0953>
- Enriquez-Del Castillo, L. A., Cervantes Hernández, N., Candia Luján, R., & Flores Olivares, L. A. (2021). Capacidades físicas y su relación con la actividad física y composición corporal en adultos (Physical capacities and their relationship with physical activity and body composition in adults). *Retos*, 41, 674-683. <https://doi.org/10.47197/retos.v41i0.83067>
- Escuela de Entrenamiento y reentrenamiento táctico General José Mejía Henao. (s. f.). *Proyecto educativo del programa (PEP) del Curso Avanzado de Combate*. Centro Nacional de Entrenamiento CENAE -Fuerzas Militares de Colombia.
- F. Ayala, P. Sainz de Baranda, M. de Ste Croix y F. Santonja. (2012). *Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach: Revisión sistemática*. 5(2), 53-62.
- Friedl, K. E., Knapik, J. J., Häkkinen, K., Baumgartner, N., Groeller, H., Taylor, N. A. S., Duarte, A. F. A., Kyröläinen, H., Jones, B. H., Kraemer, W. J., & Nindl, B. C. (2015). Perspectives on Aerobic and Strength Influences on Military Physical Readiness: Report of an International Military Physiology Roundtable. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(Supplement 11), S10-S23. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001025>
- García, G. C., & Secchi, J. D. (2014). Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(183), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2014.06.001>
- Góme-Piriz, P. T., Trigo, M. E., Cabello, D., & Puga, E. (2012). Confiabilidad entre instrumentos (T-Force® y Myotest®) en la valoración de la fuerza. (Inter-machine Reliability (T-Force® y Myotest®) in strength assessment). *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*, 8(27), 20-30. <https://doi.org/10.5232/ricyde2012.02702>
- Hazell, T. J., MacPherson, R. E. K., Gravelle, B. M. R., & Lemon, P. W. R. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European Journal of Applied Physiology*, 110(1), 153-160. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1474-y>
- Hendrickson, N. R., Sharp, M. A., Alemany, J. A., Walker, L. A., Harman, E. A., Spiering, B. A., Hatfield, D. L., Yamamoto, L. M., Maresch, C. M., Kraemer, W. J., & Nindl, B. C. (2010). Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European Journal of Applied Physiology*, 109(6), 1197-1208. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1462-2>
- Hruby, A., Bulathsinhala, L., McKinnon, C. J., Hill, O. T., Montain, S. J., Young, A. J., & Smith, T. J. (2017). Body Mass Index at Accession and Incident Cardiometabolic Risk Factors in US Army Soldiers, 2001–2011. *PLOS ONE*, 12(1), e0170144. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170144>
- Johnson, M. J., Friedl, K. E., Frykman, P. N., & Moore, R. J. (1994). Loss of muscle mass is poorly reflected in grip strength performance in healthy young men: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(2), 235-240. <https://doi.org/10.1249/00005768-199402000-00015>
- Knapik, J. J., Graham, B., Cobbs, J., Thompson, D., Steelman, R., & Jones, B. H. (2013). A prospective investigation of injury incidence and injury risk factors among army recruits in military police training *BMC Musculoskeletal Disorders*, 14(1), 32. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-32>
- Knapik, J. J., Harman, E. A., Steelman, R. A., & Graham, B. S. (2012). A Systematic Review of the Effects of Physical Training on Load Carriage Performance: *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 585-597. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182429853>

- Knapik, J. J., Sharp, M. A., Darakjy, S., Jones, S. B., Hauret, K. G., & Jones, B. H. (2006). Temporal Changes in the Physical Fitness of US Army Recruits: *Sports Medicine*, 36(7), 613-634. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636070-00005>
- Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Vaara, J. P., Ojanen, T., & Santtila, M. (2018). Optimising training adaptations and performance in military environment. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1131-1138. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.11.019>
- Léger, L. A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict $\dot{V}O_2$ max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49(1), 1-12. <https://doi.org/10.1007/BF00428958>
- Lester, M. E., Knapik, J. J., Catrambone, D., Antczak, A., Sharp, M. A., Burrell, L., & Darakjy, S. (2010). Effect of a 13-Month Deployment to Iraq on Physical Fitness and Body Composition. *Military Medicine*, 175(6), 417-423. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-09-00192>
- Moritani, T. (1993). Neuromuscular adaptations during the acquisition of muscle strength, power and motor tasks. *Journal of Biomechanics*, 26, 95-107. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(93\)90082-P](https://doi.org/10.1016/0021-9290(93)90082-P)
- Nindl, B. C., Castellani, J. W., Warr, B. J., Sharp, M. A., Henning, P. C., Spiering, B. A., & Scofield, D. E. (2013). Physiological Employment Standards III: Physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11), 2655-2672. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2591-1>
- Pautas para la Buena Práctica Clínica (BPC) en ensayos con productos farmacéuticos. OMS, Serie de informes técnicos, No. 850, Anexo 3—Comité de expertos de la OMS en la selección y uso de medicamentos esenciales, Sexto informe, 1993: Apéndice 1. Declaración de Helsinki 1. (s. f.). Recuperado 19 de diciembre de 2019, de <https://apps.who.int/medicinedocs/es/d/Jh2957s/18.html#Jh2957s.18>*
- Pebley, K., Beauvais, A., Gladney, L. A., Kocak, M., Klesges, R. C. K., Hare, M., Richey, P. A., Johnson, K. C., Hryshko-Mullen, A., Talcott, G. W., & Krukowski, R. A. (2019). Weight Loss Intervention Impact on the Physical Fitness Test Scores of Air Force Service Members. *Military Medicine*, usz371. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz371>
- Pierce, J. R., DeGroot, D. W., Grier, T. L., Hauret, K. G., Nindl, B. C., East, W. B., McGurk, M. S., & Jones, B. H. (2017). Body mass index predicts selected physical fitness attributes but is not associated with performance on military relevant tasks in U.S. Army Soldiers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20, S79-S84. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.08.021>
- Pihlainen, K., Santtila, M., Häkkinen, K., Lindholm, H., & Kyröläinen, H. (2014). Cardiorespiratory Responses Induced by Various Military Field Tasks. *Military Medicine*, 179(2), 218-224. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00299>
- Psaila, M., & Ranson, C. (2017). Risk factors for lower leg, ankle and foot injuries during basic military training in the Maltese Armed Forces. *Physical Therapy in Sport*, 24, 7-12. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.09.004>
- Ramsbottom, R., Brewer, J., & Williams, C. (1988). A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, 22(4), 141-144. <https://doi.org/10.1136/bjism.22.4.141>
- Rodríguez-Camacho, D. F. & Universidad Nacional de Colombia. (2017). Influencia del esquema corporal en el rendimiento deportivo. *Revista Médica UIS*, 30(3), 63-69. <https://doi.org/10.18273/revmed.v30n2-2017007>
- Sánchez Rojas, I. A., Castro Jiménez, L. E., Argüello Gutiérrez, Y. P., Jazmín Gálvez, A., & Melo Buitrago, P. J. (2020). Relación entre marcadores dermatoglíficos y el perfil morfofuncional en futbolistas profesionales de Bogotá, Colombia (Relationship between dermatoglyphic markers and morphofunctional profile in professional soccer players from Bogotá, Colombia). *Retos*, 41, 182-190. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i41.83032>
- Sanchez-Medina, L., Perez, C. E., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2010). Importance of the Propulsive Phase in Strength Assessment. *International Journal of Sports Medicine*, 31(02), 123-129. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1242815>
- Sanderson, P. W., Cledes, S. A., Friedl, K. E., & Biddle, S. J. H. (2018). The association between obesity related health risk and fitness test results in the British Army personnel. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(11), 1173-1177. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.08.003>
- Santtila, M., Häkkinen, K., Nindl, B. C., & Kyröläinen, H. (2012). Cardiovascular and Neuromuscular Performance Responses Induced by 8 Weeks of Basic Training Followed by 8 Weeks of Specialized Military Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*,

- 26(3), 745-751. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822b72f1>
- Santtila, M., Kyröläinen, H., & Häkkinen, K. (2009). Changes in Maximal and Explosive Strength, Electromyography, and Muscle Thickness of Lower and Upper Extremities Induced by Combined Strength and Endurance Training in Soldiers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1300-1308. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a884bc>
- Santtila, M., Pihlainen, K., Viskari, J., & Kyröläinen, H. (2015). Optimal Physical Training During Military Basic Training Period. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(Supplement 11), S154-S157. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001035>
- Sharma, J., Heagerty, R., Dalal, S., Banerjee, B., & Booker, T. (2018). Risk Factors Associated With Musculoskeletal Injury: A Prospective Study of British Infantry Recruits. *Current Rheumatology Reviews*, 15(1), 50-58. <https://doi.org/10.2174/1573397114666180430103855>
- Shoep, T. C., Stelzer, J. E., Garner, D. P., & Widrick, J. J. (2003). Functional Adaptability of Muscle Fibers to Long-Term Resistance Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(6), 944-951. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000069756.17841.9E>
- Smith, T. J., Marriott, B. P., Dotson, L., Bathalon, G. P., Funderburk, L., White, A., Hadden, L., & Young, A. J. (2012). Overweight and Obesity in Military Personnel: Sociodemographic Predictors. *Obesity*, 20(7), 1534-1538. <https://doi.org/10.1038/oby.2012.25>
- Thomas, D. Q., Lumpp, S. A., Schreiber, J. A., & Keith, J. A. (2004). Physical Fitness Profile of Army ROTC Cadets. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 904. <https://doi.org/10.1519/14523.1>
- Thurlow, S., Taylor-Covill, G., Sahota, P., Oldroyd, B., & Hind, K. (2018). Effects of procedure, upright equilibrium time, sex and BMI on the precision of body fluid measurements using bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 148-153. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.110>
- Tsigilis, N., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2002). Test-Retest Reliability of the Eurofit Test Battery Administered to University Students. *Perceptual and Motor Skills*, 95(3_suppl), 1295-1300. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3f.1295>
- Vaara, J. P., Kokko, J., Isoranta, M., & Kyröläinen, H. (2015). Effects of Added Resistance Training on Physical Fitness, Body Composition, and Serum Hormone Concentrations During Eight Weeks of Special Military Training Period. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, S168-S172. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001034>
- Vantarakis, A., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Vezos, N., Douroudos, I. I., Draganidis, D., Jamurtas, A. Z., Kambas, A., Kalligeros, S., & Fatouros, I. G. (2017a). A 2-Month Linear Periodized Resistance Exercise Training Improved Musculoskeletal Fitness and Specific Conditioning of Navy Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1362-1370. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001599>
- Vantarakis, A., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Vezos, N., Douroudos, I. I., Draganidis, D., Jamurtas, A. Z., Kambas, A., Kalligeros, S., & Fatouros, I. G. (2017b). A 2-Month Linear Periodized Resistance Exercise Training Improved Musculoskeletal Fitness and Specific Conditioning of Navy Cadets. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(5), 1362-1370. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001599>
- Wang, H., Frame, J., Ozimek, E., Leib, D., & Dugan, E. L. (2013). The Effects of Load Carriage and Muscle Fatigue on Lower-Extremity Joint Mechanics. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 84(3), 305-312. <https://doi.org/10.1080/02701367.2013.814097>
- Weeks, S. R., McAuliffe, C. L., DuRussel, D., & Pasquina, P. F. (2010). Physiological and Psychological Fatigue in Extreme Conditions: The Military Example. *PM&R*, 2(5), 438-441. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.03.023>
- Williams, A. G., Rayson, M. P., & Jones, D. A. (1999). Effects of basic training on material handling ability and physical fitness of British Army recruits. *Ergonomics*, 42(8), 1114-1124. <https://doi.org/10.1080/001401399185171>
- Wood, P. S., Grant, C. C., du Toit, P. J., & Fletcher, L. (2017). Effect of Mixed Basic Military Training on the Physical Fitness of Male and Female Soldiers. *Military Medicine*, 182(7), e1771-e1779. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-16-00218>

