

Estudio biomecánico del lanzamiento de granada entre deportistas principiantes y de alto rendimiento

Biomechanical study of grenade launch between beginners and high-performance athletes

Mayra Aracely Burbano Benavides, Thalía Fernanda Rubio Villalba, Robinson Lenin Yar Saavedra, Excehomo Gabriel Coral Apolo

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

RESUMEN

Introducción: el estudio de los ángulos para el lanzamiento de granada del pentatlón militar posibilita conocer las fuerzas y aceleraciones imperantes como parte del campo de acción de la biomecánica, posibilitando establecer el comportamiento de ciertas variables que influyen en el rendimiento.

Objetivo: se estudia las diferencias biomecánicas entre deportistas principiantes y de alto rendimiento en la prueba de lanzamiento de granada del equipo de Pentatlón Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador.

Métodos: se estudia a la población de deportistas integrantes del equipo de Pentatlón militar del Ecuador (13 sujetos), dividiendo el grupo en deportistas principiantes y de alto rendimiento. Se estudia las tres fases del lanzamiento de granada, el tiempo de lanzamiento, la velocidad y aceleración promedio de la articulación de la muñeca y el centro de gravedad.

Resultados: el estudio determinó la existencia de menores ángulos en las variables estudiadas de los deportistas de alto rendimiento con respecto a los principiantes, siendo algunos de ellos significativos, según la Prueba U de Mann-Whitney ($p=0,05$).

Conclusiones: los ángulos menores detectados en las variables biomecánicas estudiadas presentes en los deportistas de alto rendimiento pueden ser indicadores de predicción del rendimiento futuro en deportistas de iniciación.

Palabras clave: Biomecánica; deportistas militares; lanzamiento de granada.

ABSTRACT

Introduction: The angles study of launching in grenade of the military pentathlon makes it possible to know the forces and accelerations that prevail as part of action field in biomechanics, making it possible to establish the behavior of certain variables that performance influence.

Objective: Biomechanical differences between beginner and high performance athletes are studied in the grenade launching test of the Military Pentathlon team of the Ecuadorian Armed Forces.

Methods: The athlete population of the Ecuadorian Military Pentathlon team (13 subjects) is studied, dividing the group into beginner and high-performance athletes. We study the three phases in grenade launch, launch time, average speed and acceleration of the wrist joint, and gravity center.

Results: The study determined the existence of lower angles in the studied variables in high-performance athletes with respect to beginners, some of them being significant, according to Mann-Whitney U-Test ($p= 0.05$).

Conclusions: The minor angles detected in studied biomechanical variables present in high-performance athletes can be predictive indicators of future performance in initiation athletes.

Keywords: Biomechanics; military athletes; grenade launch.

INTRODUCCIÓN

El deporte militar internacional, está regido por el Consejo Internacional del Deporte Militar (CISM), el cual organiza Campeonatos Mundiales Militares, para diferentes disciplinas deportivas, de entre las cuales el pentatlón militar, se podría decir que es la más importante competición del CISM, debido a su éxito creciente, no sólo en el ámbito militar, sino que, guarda una estrecha relación con el deporte civil, existiendo países que lo practican y otros que realizan adecuaciones y regulaciones para crear nuevas disciplinas. El CISM "constituye una poderosa palanca para unir a los integrantes de las fuerzas militares de las naciones miembros en base a la sana competencia deportiva, propiciando la creación de vínculos de paz y amistad a través de los campeonatos deportivos";¹ de esta manera el deporte fortalece las relaciones de amistad entre las Fuerzas Armadas y sus miembros;² y a su vez, se fomenta la práctica de la actividad física y del deporte militar en las instituciones armadas, fomentando el amor al deporte para aumentar el grado de concientización para mantener el cuerpo en excelentes condiciones físicas,^{3,4} de allí la importancia del control físico como evaluación del rendimiento.⁵⁻⁸

Las actividades deportivas realizadas por miembros de las Fuerzas Armadas y de Policía, se contemplan como deporte militar, el mismo que, a nivel sudamericano se encuentra regido por la Unión Deportiva Militar Sudamericana (UDMSA), organización deportiva que se creó el 09 de Mayo de 1952 con la finalidad de afianzar las relaciones de camaradería y amistad entre los miembros de Fuerzas Armadas de los países miembros de la organización, utilizando como medio principal la planificación y ejecución de eventos deportivos manteniendo su lema de Paz, Amistad y Deporte, reconocido en Ecuador en el 2005 por la Ley de Cultura física, Deportes y Recreación.⁹

El CISM también cumple una importante función dentro del campo de investigación científica, ya que fomenta "la investigación en el campo de la Educación Física y Deportiva, así como la salud, colocando a disposición de los países miembros el resultado de los trabajos que realiza la organización en el campo de la investigación especializada";¹ es decir, promueve dentro de las Fuerzas Armadas al desarrollo científico y técnico en relación al deporte militar. Esto ha permitido que se comprenda el funcionamiento del cuerpo humano desde un punto de vista técnico,^{3,10-12} conocer los efectos del entrenamiento en el deportista,^{13,14} analizar los factores que influyen en el desempeño del individuo, y determinar los baremos necesarios para la evaluación,¹⁵⁻¹⁷ permitiendo mejorar las marcas establecidas sin dañar el organismo y pretendiendo alcanzar la forma deportiva óptima de los movimientos en cada una de las disciplinas deportivas.¹⁸

Dentro de la Biomecánica deportiva se pueden citar diferentes objetivos que están en relación con el deportista, el medio y el material deportivo.^{19,20} Algunos de ellos se orientan en relación con el deportista, tales como describir las técnicas deportivas, corregir defectos en las técnicas y ayudar en el entrenamiento, evitar lesiones aconsejando sobre cómo ejecutar las técnicas deportivas de manera segura, y proponer técnicas más eficaces en relación con el medio, minimizando las fuerzas de resistencia, optimizar la propulsión de diferentes medios, definir la eficacia de diferentes técnicas deportivas en función de las fuerzas de reacción en el suelo; y en relación con el material deportivo: conseguir materiales que permitan lograr mejores marcas, aumentar la durabilidades del material, aumentar en algunos casos la rigidez, flexibilidad o elasticidad del material" todos estos objetivos se pueden cumplir siempre y cuando estén ligados al deporte practicado, donde el estudio de los ángulos de lanzamiento posibilitan conocer variables de la técnica que influyen en variables del rendimiento deportivo,²¹⁻²³ como es el caso de la precisión.²⁴

Por consiguiente, el lanzamiento de granada del pentatlón militar, la mayoría de los objetivos antes mencionados están íntimamente relacionados, y deberían ser considerados por los entrenadores para la redacción y cumplimiento de los planes de entrenamiento, aunque en la literatura internacional no se encuentren estudios puntuales, por lo cual este trabajo contribuiría a perfeccionar teóricamente el campo de acción estudiado. Por ello, un estudio de tipo biomecánico brinda una base científica y facilita el descubrimiento de ventajas en el análisis de la técnica individual del deportista, o simplemente de la ejecución de una actividad física que realizada por atletas o no atletas de diferentes fajas etarias.²⁵⁻²⁷

Tal cuantificación de las características del movimientos ayuda a eliminar las descripciones subjetivas, ya que los datos son obtenidos mediante el uso de instrumentos²⁸ científicamente validados; consecuentemente con la ayuda de la tecnología se puede determinar las fuerzas internas y externas que intervienen en un movimiento y cuáles son los efectos que producen sobre el cuerpo del deportista, principalmente ayuda al entrenador a detectar y corregir los errores o fallas en la ejecución de los elementos técnicos implicados en el deporte.

Las aplicaciones que se le puede dar a la biomecánica en la ejecución de los lanzamientos parte de lo escrito por Ulloa,²⁹ dado que la realización del movimiento en espacio y tiempo es muy corta, logrando elevados niveles de trabajo de los sistemas nervioso y muscular del deportista; es decir, los lanzamientos están en dependencia de la coordinación y la velocidad con la que son ejecutados,^{30,31} estas dos capacidades se ven muy reflejadas al momento de ejecutar un lanzamiento de granada del pentatlón militar.

El lanzamiento de granada, consiste en lanzar pesos estandarizados tanto para hombres como para mujeres, esta modalidad consta de una prueba de precisión, el

atleta lanza la granada hacia un círculo, y otra de alcance o potencia, en la cual se mide la mayor distancia posible; en esta prueba se ejecutan movimientos complejos de alta velocidad dentro de un espacio determinado, implicando una alta demanda integral por parte del deportista, técnica para proyectar la granada correctamente, física para aplicar la fuerza adecuada y psicológica para concentrarse en aplicar la fuerza sin alterarse por cambios producidos en su entorno.

El estudio bibliográfico realizado no evidencia investigaciones internacionales en el campo de investigación estudiado, demostrando que el presente estudio posee alta vigencia y originalidad, además de un valor necesario para las ciencias militares, es especial lo relacionado con los estudios biológicos y mecánicos del comportamiento motriz, con el fin de direccionar los cambios en los planes de entrenamiento que realizan los deportistas para que exista un mejoramiento en su técnica y lograr una eficiencia del movimiento, a más de minimizar el gasto energético.

Por ello, el objetivo de la investigación es realizar un estudio de las diferencias biomecánicas entre deportistas militares principiantes y de alto rendimiento en la prueba de lanzamiento de granada, del equipo de Pentatlón Militar de las Fuerzas Armadas del Ecuador.

MÉTODOS

La presente investigación estudio a la población de deportistas militares integrantes del equipo de Pentatlón Militar del Ecuador, donde se puede encontrar atletas de las tres ramas de las Fuerzas Armadas del Ecuador; a este grupo se lo dividió en dos subgrupos que son: Deportistas Principiantes y de Alto Rendimiento, siendo el factor de su división, el tiempo de entrenamiento en el deporte. La muestra corresponde a 13 deportistas, de los cuales seis pertenecen al alto rendimiento con más de cinco años de entrenamiento en la disciplina, y siete son principiantes y no superan los dos años de entrenamiento.

Además, es importante recalcar que la experiencia de los deportistas de alto rendimiento es internacional en varios eventos a nivel sudamericano y mundial, el único deportista novel es Sujeto 1 del grupo de principiantes, quien por su rendimiento deportivo se ha ganado un puesto en el equipo nacional y ha representado al país, los demás deportistas siguen su proceso de entrenamiento con miras a ser seleccionados nacionales.

Para la recolección de datos se utilizó una cámara filmadora marca Nikon, la misma que se colocó en un trípode para evitar movimientos externos y tener datos verídicos del movimiento técnico, para el análisis de los datos se utilizó el programa Kinovea versión 0.8.24.

Para el presente análisis se han definido tres fases de lanzamiento y estas son:

- *Primera fase o salida:* donde el deportista se encuentra de manera estática, con las piernas separadas y una de ellas semiflexionada, el brazo que sujeta la granada caído naturalmente, y el brazo libre totalmente estirado con la mano apuntando hacia el frente.
- *Segunda fase o aproximación:* en esta fase existe un acercamiento hacia el muro y el brazo que contiene la granada se encuentra flexionado y la muñeca elevada a la altura del hombro; el brazo libre continúa estirado y apuntando al frente.
- *Tercera fase o empuje:* es el último contacto de la bala con la mano del deportista.

Para la determinación de los ángulos, el análisis se realiza con el programa Kinovea, el cual permite editar los videos, en su opción de cámara lenta o capturando imágenes en cada fase del lanzamiento; y con la barra de herramientas que el programa proporciona, se localizaron los ángulos, el centro de gravedad y la trayectoria, utilizando como eje las articulaciones del hombro y del codo.

La primera fase o salida se analiza cuando el deportista se encuentra estático, tomando como vértice la articulación del hombro del brazo que sostiene la granada, proyectando los lados hacia la muñeca y cresta.

La segunda fase o denominada de aproximación se analiza tomando como vértice la articulación del codo, y proyectando los lados hacia la muñeca y hombro respectivamente y cuando existe movimiento del deportista.

La tercera fase o denominada de empuje se analiza cuando existe el último contacto de la bala con la mano del deportista, tomando como eje la articulación del codo y proyectando los lados hacia el hombro y muñeca respectivamente.

Para la determinación de la trayectoria que cumple la articulación de la muñeca, utilizamos la herramienta de seguimiento de trayectoria y colocamos un punto fijo en la articulación de la muñeca del brazo que sostiene la granada, el cual nos va a graficar el movimiento que realiza dicha articulación hasta que finalizar el lanzamiento.

Para la determinación del centro de gravedad, se lo analizará en la primera fase. Recurrimos a la herramienta de insertar modelo humano, y ajustamos los puntos predeterminados con las articulaciones del cuerpo.

Todos los resultados obtenidos se registran, diferenciando el alto rendimiento y principiantes, para posteriormente realizar el análisis cuantitativo de los mismos con el software SPSS V21, calculando las diferencias con la prueba U de Mann-Whitney ($p= 0,05$).

RESULTADOS

En los deportistas de alto rendimiento se evidencia que el ángulo en la primera fase tiene un rango de 29°-35°; mientras que, en la segunda fase el rango es de 76°-96° y en la tercera fase el rango es de 102°-118° (tabla 1).

En los deportistas principiantes se evidencia que el ángulo en la primera fase tiene un rango de 25°-52°; mientras que, en la segunda fase el rango es de 81°-98° y en la tercera fase el rango es de 107°-130° (tabla 2).

Tabla 1. Resultados obtenidos con los deportistas de alto rendimiento del equipo nacional de pentatlón militar

Variables	x1*	x2*	x3*	x4*	x5*	x6*	x7*	
							Eje x	Eje y
Unidades de medida	Grados			ms	m/s	m/s ²	cm	cm
<i>Alto rendimiento</i>								
Sujeto 1	35	92	118	3 456	2,120	5,973	20,97	67,09
Sujeto 2	30	93	108	3 455	2,227	5,720	22,29	58,46
Sujeto 3	29	92	102	2 636	3,244	6,675	30,67	95,61
Sujeto 4	30	96	108	2 818	2,460	-1,745	37,43	106,91
Sujeto 5	33	76	103	2 035	1,399	1,704	18,62	59,28
Sujeto 6	31	74	102	2 402	5,594	1,763	33,75	94,64
Sujeto 7	32	94	107	3 236	3,564	1,897	22,73	73,86
Sujeto 8	30	91	106	2 987	3,765	1,576	25,93	75,86
Promedio	31,25	84,75	106,75	2 878,13	3,05	2,95	26,55	78,96

- X1** = Ángulo de la articulación del hombro (Fase 1)
- X2** = Ángulo de la articulación del codo (Fase 2)
- X3** = Ángulo de la articulación del codo (Fase 3)
- X4** = Tiempo de inicio del movimiento hasta lanzar la granada
- X5** = Velocidad promedio de la trayectoria de la articulación de la muñeca
- X6** = Aceleración promedio de la trayectoria de la articulación de la muñeca
- X7** = Centro de gravedad

Tabla 2. Resultados obtenidos con los deportistas principiantes del equipo nacional de pentatlón militar

Variables	Y1*	Y2*	Y3*	Y4*	Y5*	Y6*	Y7*	
							Eje x	Eje y
Unidades de medida	Grados	Grados	Grados	ms	m/s	m/s ²	cm	cm
<i>Principiantes</i>								
Sujeto 1	25	98	111	2 436	9,635	6,673	18,90	68,36
Sujeto 2	31	91	107	4 864	4,185	6,893	21,82	75,59
Sujeto 3	30	89	112	5 458	4,077	4,808	23,25	76,41
Sujeto 4	29	93	111	6 643	4,135	3,871	20,14	76,67
Sujeto 5	36	94	121	3 558	3,207	9,378	23,52	81,75
Sujeto 6	38	81	113	4 558	4,088	-2,370	37,65	76,21
Sujeto 7	52	96	130	3 298	2,337	2,570	34,50	72,30
Sujeto 8	33	96	124	3 537	3,512	3,776	40,90	84,07
Promedio	34,25	92,25	116,13	4 294,00	4,40	4,45	27,59	76,42

- X1** = Ángulo de la articulación del hombro (Fase 1)
- X2** = Ángulo de la articulación del codo (Fase 2)
- X3** = Ángulo de la articulación del codo (Fase 3)
- X4** = Tiempo de inicio del movimiento hasta lanzar la granada
- X5** = Velocidad promedio de la trayectoria de la articulación de la muñeca
- X6** = Aceleración promedio de la trayectoria de la articulación de la muñeca
- X7** = Centro de gravedad

DISCUSIÓN

La comparación en el ángulo de la articulación del hombro (Fase 1) en el lanzamiento de granada en deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Withney, determinó la no existencia de diferencia significativa ($p= 0,574$); por lo que no existen diferencias notables en el rendimiento de la variable estudiada entre los expertos y los principiantes, aunque desde el punto de vista de los rangos promedios existen menores indicadores angulares en los deportistas de alto rendimiento (DAR: 7,75) frente a los deportistas principiantes (DP: 9,25).

En cuanto al cálculo comparativo del ángulo de la articulación del codo (Fase 2) en el lanzamiento de granada en deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Withney, determinó la no existencia de diferencias significativas ($p= 0,328$); por lo que no se observan diferencias notables en el rendimiento de la variable estudiada, aunque los atletas de alto rendimiento presentaron un menor ángulo que los atletas principiantes según los rangos promedios obtenidos (DAR: 5,44; DP: 11,56).

Por otra parte, el cálculo comparativo del ángulo de la articulación del codo (Fase 3) en el lanzamiento de granada en deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Withney, determinó la existencia de diferencias significativas ($p= 0,007$), aspecto a potenciar que inflige probabilísticamente una disminución de la eficiencia técnica y, por ende, una disminución del rendimiento en el lanzamiento. Los rangos promedios obtenidos demostraron que los deportistas de alto rendimiento presentaron un menor indicador que los deportistas principiantes (DAR: 5,44; DP: 11,56).

El estudio, a partir del cálculo comparativo del tiempo de lanzamiento de la granada, comprendido desde el inicio del movimiento hasta soltar la granada en deportistas de alto rendimiento y principiantes, y a partir de la prueba U de Mann-Withney, determinó la existencia de diferencias significativas ($p= 0,010$) con rangos promedios menores en los sujetos de alto rendimiento (DAR: 5,50; DP: 11,50).

El cálculo comparativo de la velocidad promedio de la articulación de la muñeca en deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Withney, determinó que no existe diferencia significativa ($p= 0,105$), se constataron rangos promedios menores en los deportistas de alto rendimiento (DAR: 6,50; DP: 10,50).

El estudio del cálculo comparativo de la aceleración promedio de la articulación de la muñeca en deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Withney, determinó que no existen diferencias significativas ($p= 0,279$), con rangos promedios menores en deportistas de alto rendimiento (DAR: 7,13; DP: 9,88).

El estudio del centro de gravedad en la fase 1 del lanzamiento de granada, en el eje de coordenadas X, en deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Withney, se determinó que no existen diferencias significativas ($p= 0,798$); por lo que no se observan diferencias notables en el rendimiento de la variable estudiada, aun presentándose menores indicadores del rango promedio en deportistas de alto rendimiento (DAR: 8,13; DP: 8,88).

Finalizando, el cálculo comparativo del centro de gravedad en la fase 1 del lanzamiento de granada, en el eje de coordenadas y en deportistas de alto rendimiento, y principiantes a partir de la prueba U de Mann-Withney, también determinó que no existen diferencias significativas ($p= 0,798$); por lo que no hay diferencias notables en el rendimiento de la variable estudiada, aunque los deportistas

de alto rendimiento presentaron menores ángulos a partir de los valores descritos con los rangos promedios obtenidos (DAR: 8,13; DP: 8,88).

Los ángulos de lanzamiento de la granada influyen en el resultado deportivo obtenido, como se demuestra en otros deportes estudiados.²¹⁻²³ En ese sentido, tal y como se muestra en el alto rendimiento, los valores numéricos de sus rangos angulares son menos amplios que en los deportistas principiantes; estos últimos, al no tener una técnica de lanzamiento estabilizada no repiten los mismos ángulos durante todo el lanzamiento, es decir, tienen una mayor variación angular, lo que trae consigo fallas en el lanzamiento de precisión, tal y como se ha manifestado en otros deportes.²⁴

En lo referente a los ángulos de lanzamiento de la granada, en la primera fase la diferencia entre deportistas de alto rendimiento y principiantes es apenas de 3°, siendo relativamente insignificante y no influye directamente en el resultado deportivo obtenido; en la segunda fase la diferencia se agranda siendo de 7,5°, y en la tercera fase se amplía más siendo de 9,38°; los valores mencionados influyen directamente en el lanzamiento de la granada, pues el movimiento parabólico ideal que se pretende alcanzar para llegar a la distancia determinada no se alcanzó, debido a que el ángulo no fue el correcto.

En los deportistas principiantes se debe enfatizar en potenciar los ángulos de lanzamiento, con énfasis en la fase 3; debido a que, de esto depende el lograr el movimiento parabólico idóneo para alcanzar una distancia determinada para la prueba de precisión en el lanzamiento de granada.

En cuanto a la velocidad y la aceleración, los resultados muestran que los deportistas de alto rendimiento tienen valores promedios más pequeños, por lo tanto, el tiempo de ejecución del movimiento es más rápido; lo que implica que el movimiento al tener una técnica pulida y con la menor cantidad de errores va a emplear menor cantidad de tiempo en la ejecución del movimiento;¹⁰ los deportistas principiantes deben trabajar en la técnica hasta convertirla en hábito,¹⁹ aplicando las estrategias y herramientas adecuadas para mecanizar el movimiento y ejecutarlo en el menor tiempo y sin errores.^{23,28,29}

En cuanto al centro de gravedad, tiene similitudes para los dos grupos de deportistas; existen diferencias mínimas que indican que los deportistas principiantes bajan en 2,54 cm el centro de masa en el eje de las coordenadas, "y" más que los atletas de alto rendimiento, lo que podría afectar la correcta ejecución del lanzamiento de la granada.

CONSIDERACIONES FINALES

No se han realizado estudios biomecánicos previos referentes al lanzamiento de granada en el pentatlón militar según la búsqueda realizada en las fuentes primarias de investigación, por tal motivo, es nulo realizar una comparación de datos con otros autores.

Se concluye que en la primera fase los deportistas de alto rendimiento presentan un promedio de 31,25° en el ángulo de la articulación del hombro, mientras que los principiantes, un promedio de 34,25°; en la segunda fase el alto rendimiento presenta un promedio de 84,75° en el ángulo de la articulación del codo y los principiantes 92,25°; en la tercera fase el alto rendimiento muestra un promedio de 106,75° en el ángulo de la articulación del codo mientras que los principiantes logran un ángulo de 116,13°.

En cuanto al tiempo de inicio del movimiento hasta lanzar la granada para el alto rendimiento el promedio es de 2878,13 m, y para los principiantes de 4 294,00 m. El promedio de la velocidad de la trayectoria de la articulación de la muñeca para el alto rendimiento es de 3,05 m/s y en los principiantes de 4,40 m/s; la aceleración durante la trayectoria de la articulación de la muñeca presenta un promedio de 2,95 m/s² en el grupo de alto rendimiento, mientras que en los principiantes es de 4,45 m/s²; el centro de gravedad presenta en la coordenada "x" un promedio de 26,55 cm, y en la coordenada "y" 78,96 cm, y en los principiantes en la coordenada "x" un promedio de 27,59 cm y en la coordenada "y" de 76,42 cm.

Todos los parámetros antes mencionados nos permiten concluir que en las tres fases analizadas los ángulos de los deportistas de alto rendimiento son menores en que en los deportistas principiantes. Por tanto, su tiempo de ejecución y aceleración también son menores; en cuanto al centro de gravedad los deportistas principiantes bajan 2,54 cm su posición en la primera fase.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de investigación "Gestión de competencias para publicaciones científicas en estudiantes de pregrado y postgrado de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE".

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no poseen ningún tipo de conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre P, Vergara C. Su Biblioteca en Filatelia Chilena. [Online]; 2012 [cited 2016 Julio 23]. Available from: <http://www.chilecollector.com/archwebfila03/archwebstamp0900/stampset0937.html>
2. Mason T, Riedi E. Sport and the military: The British armed forces 1880-1960. USA: Cambridge University Press; 2010.
3. Clavijo JP, Morales S, Cárdenas H. Análisis comparativo de las pruebas físicas del personal naval. Región costa y sierra. Rev Cubana Med Milit. 2016;45(1):1-14.
4. Martins L, Lopes CS. Rank, job stress, psychological distress and physical activity among military personnel. BMC public health. 2013;13(1):716.
5. Sandoval ML, Marcel T, Carrasco OR. Incidencia de las actividades físico-recreativas, en la condición física de mujeres aspirantes a policías de la provincia de Pichincha. Lecturas: educación física y deportes. 2015 Noviembre;20(210):1-11.
6. Álvarez JC, Terán TP, Pucha CJ, Vaca MR, Bañol C. Diagnóstico de la preparación física de los futbolistas de la Escuela Superior de Policía. Lecturas: educación física y deportes. 2016 Enero;20(212):1-6.

7. Haro SM, Toapanta WA. Diagnóstico del nivel inicial de preparación física en la Escuela Superior de Policía. Lecturas: educación física y deportes. 2016 Noviembre;21(222):1-6.
8. Pozo CM, Vaca MR, Sánchez B. Actividades físico-recreativas para oficiales del Distrito de Policía 'Eugenio Espejo' en Quito, Ecuador. Lecturas: educación física y deportes. 2016 Noviembre;21(222):1-8.
9. FEDEME. FMDE. [Online]; 2014 [cited 2016 Julio 23]. Available from: <https://fedeme.cffaa.mil.ec/index.php/9-info>
10. León S, Calero S, Chávez E. Morfología funcional y biomecánica deportiva. 2nd ed. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2016.
11. Teyhen D, Bergeron MF, Deuster P, Baumgart N, Beutler AI, Sarah J, et al. Consortium for health and military performance and American College of Sports Medicine Summit: utility of functional movement assessment in identifying musculoskeletal injury risk. Current sports medicine reports. 2014;13(1):52-63.
12. Calero S. Fundamentos del entrenamiento deportivo optimizado. Curso impartido en la Facultad de Educación Física, Deportes y Recreación de la Universidad de Guayaquil. Ecuador: 2014a.
13. Calero S, González SA. Preparación física y deportiva. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2015.
14. Calero S. Fundamentos del entrenamiento optimizado: Cómo lograr un alto rendimiento deportivo en el menor tiempo posible. Primer Congreso de Fisioterapia y Deporte. Villahermosa, Tabasco: Universidad del Valle de México; 2014b.
15. Flores E, Calero S, Arancibia C, García G. Determination of basic parameters of physical fitness of Ecuadorian population. MINDE-UG Project. Lecturas: educación física y deportes. 2014 Septiembre;19(196):1-9.
16. Flores E, Calero S, Arancibia C, García G. Determinación de parámetros básicos de aptitud física de la población ecuatoriana. Proyecto MINDE-UG. Lecturas: educación física y deportes. 2014 Octubre;19(197):1-9.
17. Calero S, Suárez C, Fernández A. Determination of the scale of values for the offensive technical and tactical performance of Cuban volleyball: Part I. Lecturas: educación física y deportes. 2016 Junio; 21(217):1-18.
18. Calero S. Nuevas tendencias mundiales en el proceso de dirección del entrenamiento deportivo. Curso de Postgrado impartido en la Universidad de Guayaquil, Ecuador: Instituto de Investigaciones; 2013. p. 2-18.
19. Blazevich AJ. Sports biomechanics: the basics: optimising human performance. 1st ed. Barcelona: A&C Black; 2013.
20. Hong Y. International research in sports biomechanics. Routledge; 2012.
21. Ramírez JJ, Quintero JH, Medina MA. Influencia cinemática del ángulo de salida y ángulo de llegada en la técnica del lanzamiento efectivo en el tejo. Cuerpo, Cultura y Movimiento. 2015;4(1):35-45.

22. Sánchez AF, Sánchez AR, Herrera AG, Aldazabal IP, Blanco JV. Sánchez AF, et al. Influencia del lanzamiento con discos de diferente peso en la técnica individual. Colección ICD: Investigación en Ciencias del deporte; 2011(22).
23. Martín PF, Sánchez AF. Biomecánica de la técnica de lanzamiento de disco. Influencia de la trayectoria del disco en la velocidad de liberación. RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte. 2006;2(5):43-75.
24. Suárez GR, Carmona AD, Otero CP, Vélez HA. Caracterización cinemática (ángulo y velocidad) de los diferentes tipos de saque y relación con la recepción del mismo, de las participantes en el XXXVII Campeonato Nacional Juvenil Femenino de voleibol, Medellín junio 2008. Educación física y deporte. 2009;28(2):93-103.
25. Brukner P. Brukner & Khan's clinical sports medicine. North Ryde, USA: McGraw-Hill; 2012.
26. Calero S, González SA. Teoría y Metodología de la Educación Física. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2014.
27. Puentes E, Calero S. Fundamentals for a biomechanical analysis of aikido. Lecturas: educación física y deportes. 2014 Marzo;18(190):1-13.
28. Suárez GR. Biomecánica deportiva y control del entrenamiento. Medellín: Funámbulos Editores; 2009.
29. Ulloa López J. Papel de la velocidad en los resultados en los lanzamientos (1ª parte). Lecturas: educación física y deportes. 2001 Abril;7(35):1-4.
30. White C. Projectile dynamics in sport: principles and applications. USA: Routledge; 2010.
31. Payne T, Mitchell S, Bibb R. Design of human surrogates for the study of biomechanical injury: a review. Critical Reviews. Biomedical Engineering. 2013;41(1).

Recibido: 5 de septiembre de 2016.

Aprobado: 14 de junio de 2017.

Mayra Aracely Burbano Benavides. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.
Correo electrónico: mayra_aracely17@hotmail.com