

Diferencias biomecánicas en natación utilitaria: estudio en deportistas principiantes y de alto rendimiento

Biomechanical differences in utilitarian swimming: Study in high-performance and beginners athletes

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

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

RESUMEN

Introducción: el movimiento motriz posibilita potenciar el desarrollo locomotor, por lo que es necesario establecer parámetros ideales en deportes que, como la natación utilitaria, no han sido investigados a profundidad.

Objetivo: realizar un estudio analítico de las diferencias biomecánicas entre deportistas principiantes y de alto rendimiento en la prueba de natación utilitaria, del equipo de pentatlón militar de las Fuerzas Armadas de Ecuador.

Métodos: se estudiaron 15 deportistas del pentatlón militar, de los cuales seis pertenecen al alto rendimiento y nueve son principiantes. Se muestran datos técnicos como: ángulos, trayectoria del movimiento, velocidad, aceleración y el centro de gravedad en 3 fases importantes.

Resultados: la prueba U de Mann-Whitney ($p = 0,05$) determinó cinco diferencias no significativas y tres significativamente diferentes, mientras se establecieron cuatro rangos promedios menores en deportistas de alto rendimiento y tres rangos promedios menores para deportistas principiantes, además de un empate en la estimación del rango promedio en el cálculo comparativo del centro de gravedad en el eje X de las coordenadas, al alcanzar el punto más alto del impulso en la mesa.

Conclusiones: el estudio permitió describir y correlacionar variables biomecánicas de importancia a tener en cuenta en el proceso de dirección del entrenamiento deportivo.

Palabras clave: biomecánica; natación utilitaria; pentatlón militar.

ABSTRACT

Introduction: Biomechanical study in motor movement makes it possible to enhance locomotor development, being necessary to establish ideal parameters in sports, such as utilitarian swimming, that have not been investigated in depth.

Objective: The research objective is to carry out an analytical study of biomechanical differences between beginner and high performance athletes in the utility swimming test from Military Pentathlon team of the Ecuadorian Armed Forces.

Method: 15 athletes of the military pentathlon are studied, of which six belong to high-performance and nine are beginners. Technical data such as: angles, movement path, speed, acceleration and center of gravity are shown in three important phases.

Results: The Mann-Whitney U test ($p= 0.05$) determined five unimportant differences, and three significantly different, while establishing four lower average ranks in high-performance athletes and three lower average ranks for beginning athletes, in addition to a tie in estimation of the average range in comparative calculation of gravity center in the X axis coordinates, when reaching the highest point of table impulse.

Conclusions: The study allowed describing and correlating biomechanical variables of importance to be taken into account in management sports training.

Keywords: Biomechanics; utility swimming; Military Pentathlon.

INTRODUCCIÓN

El pentatlón militar es una competencia que se basa en el entrenamiento específico de los combatientes,¹ de allí la existencia de características específicas para su entrenamiento.²⁻⁴ El pentatlón militar abarca 6 eventos: tiro, carrera de obstáculos militar, natación utilitaria, tiro de granada, carrera a campo traviesa y carrera de relevos.

Para el caso de la natación utilitaria, el atleta deberá nadar 50 m a través de una pista con cuatro obstáculos. El desafío consiste en atravesar dos barras, una balsa y una plataforma o mesa en el menor tiempo posible, cumpliendo técnicas específicas. Para las fuerzas armadas la natación tiene una gran importancia como parte del entrenamiento militar,^{5,6} además de ser una medida recuperadora para los atletas,^{7,8} por lo cual en la literatura internacional existen numerosos estudios para perfeccionar los movimientos técnicos característicos de este deporte, o para potenciar la preparación física.^{9,10}

En Ecuador la natación está creciendo cada vez más, con deportistas que tienen excelentes resultados en competencias nacionales e internacionales. En las Fuerzas Armadas los deportistas que conforman el equipo de pentatlón militar, constantemente se encuentran en entrenamiento y preparación para distintos campeonatos dentro y fuera del país, y obtienen buenos resultados. De ahí la importancia de establecer estudios que valoren las características poblacionales, sus potencialidades, necesidades y posibilidades en función de establecer acciones estratégicas que potencien mejores resultados competitivos. En ese sentido, el control del rendimiento permite gestionar lo señalado,¹¹⁻¹³ siendo la biomecánica un mecanismo de control para detectar ventajas y limitaciones del movimiento motriz.¹⁴⁻¹⁶

Por lo citado previamente, se realizan investigaciones ligadas a la biomecánica deportiva, con el fin de aportar un sin número de datos técnicos cualitativos como cuantitativos,¹⁷⁻¹⁹ que beneficiarán a la enseñanza de la dirección técnica de deportistas militares, para facilitar el paso de la etapa de principiantes al alto rendimiento. Desde el momento de la fase de apropiación técnica es provechoso que los deportistas noveles aprendan la técnica deportiva sin errores y así lograr un alto grado de concordancia entre el modelo técnico ideal y la habilidad individual en la fase de perfeccionamiento de la técnica, esto implica la optimización en la preparación deportiva, y por ende contribuye alcanzar altos rendimientos deportivos en un menor tiempo.²⁰⁻²²

Los deportes militares no han sido objeto de estudios sistemáticos por parte de científicos de la actividad físico-deportiva y de salud; por lo cual es evidente las limitaciones de los estudios biomecánicos en el pentatlón militar como parte de la literatura nacional e internacional consultada. Por lo cual, se hace necesario establecer estudios descriptivos y correlacionales para delimitar las características para conformar patrones acertados en estudios futuros del rendimiento motriz.^{23,24} En ese sentido, investigaciones detallan aspectos biomecánicos de importancia para el modelaje del entrenamiento,²⁵ que para el caso de la natación se potencian los estudios cinemáticos en la arrancada^{26,27} y otras fases del movimiento técnico.^{28,29}

El objetivo del artículo es realizar un estudio analítico de las diferencias biomecánicas entre deportistas militares principiantes y de alto rendimiento en la prueba de natación utilitaria, del equipo de pentatlón militar de las Fuerzas Armadas de Ecuador.

MÉTODOS

Se estudió la población de deportistas militares que conforman el equipo de pentatlón militar de Ecuador (15 sujetos). Según su tiempo de entrenamiento se clasificó a los deportistas en los siguientes grupos:

- 1) Deportistas de alto rendimiento (DAR). Estos superaban los cinco años en la disciplina. Total: seis deportistas.
- 2) Deportistas principiantes (DP). Los principiantes son el resto del equipo que posee no más de dos años de experiencia. Total: nueve deportistas.

Para la recolección de datos se utilizó una cámara filmadora marca Canon, y un trípode que contribuyó a sujetar la cámara y evitar perturbaciones ajenas y a lograr captar datos verídicos y exactos del movimiento técnico. Para el análisis de los datos se utilizó el programa Kinovea en su versión 0.8.24, y para la tabulación de los datos el programa SPSS V21, aplicado la prueba U de Mann-Whitney ($p=0,05$).

El análisis se realiza con las herramientas que proporciona el programa Kinovea, se focaliza el estudio en el tercer obstáculo de la pista de agua y el paso de la mesa. Se han tomado tres momentos importantes:

1. Punto más alto sobre la mesa (fase 1): este punto se obtiene cuando el deportista se encuentra sobre la mesa, previo a realizar su impulso para ingresar al agua, se ubica el punto más alto, en el cráneo, y se traza una línea vertical que inicia en dicho punto y culmina en el borde de la mesa.

2. Ángulo de impulso para el ingreso al agua (fase 2): para citarlo se inserta un ángulo tomando como vértice la articulación de la rodilla y proyectando sus lados, uno hacia la articulación del tobillo y el otro hacia la cabeza del fémur.
3. Ángulo de la cadera en el ingreso al agua (fase 3): se toma como vértice la articulación de la cadera, proyectando los lados del ángulo, uno hacia la articulación del tobillo y el opuesto hacia la articulación de la muñeca, todo esto en el instante en que el deportista sumerge solamente sus manos en el agua.

Adicionalmente, el análisis del centro de gravedad se realiza en el momento que el deportista alcanza su punto más alto al localizarse suspendido en el aire, después de haber realizado el impulso para el ingreso al agua; se seleccionan las herramientas y un modelo humano y que coincidan los puntos predeterminados con las articulaciones del deportista.

Para obtener la trayectoria, se coloca un punto de referencia en la articulación de la rodilla cuando el deportista se encuentra realizando el impulso para su ingreso al agua; se selecciona la opción "seguir trayectoria" y finaliza el proceso cuando el deportista haya ingresado totalmente al agua. El gráfico que se obtendrá será una media parábola.

RESULTADOS

En los deportistas de alto rendimiento se evidencia que el ángulo en la primera fase tiene un rango de 87°-96°; mientras que en la segunda fase el rango es de 159°-181°; además, el punto más alto en el paso del obstáculo de la mesa se establece en un rango de 80,22-110,15 cm (tabla 1).

Tabla 1. Resultados de 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	cm	Grados	Grados	ms	m/s	m/s ²	cm	cm
Alto rendimiento								
Sujeto 1	110,15	95	179	2 902	1,859	-0,338	78,19	41,59
Sujeto 2	80,41	96	177	3 437	1,735	-2,229	89,15	40,12
Sujeto 3	95,69	94	166	3 803	1,909	0,067	96,07	42,63
Sujeto 4	78,66	92	180	3 303	1,818	-1,286	89,94	42,44
Sujeto 5	80,22	90	181	3 137	1,637	1,210	80,60	44,12
Sujeto 6	79,12	87	159	3 037	2,192	2,038	71,95	47,92
Promedio	87,38	92,33	173,67	3 69,83	1,86	-0,09	84,32	43,14

***Leyenda**

X1 = punto más alto en el paso del obstáculo: mesa.

X2 = ángulo articulación de la rodilla (despegue).

X3 = ángulo articulación de la cadera (ingreso al agua).

X4 = tiempo de despegue al ingreso al agua de la articulación de la rodilla.

X5 = velocidad promedio de la trayectoria de la articulación de la rodilla.

X6 = aceleración promedio de la trayectoria de la articulación de la rodilla.

X7 = centro de gravedad.

En los deportistas principiantes se evidencia que el ángulo en la primera fase tiene un rango de 100°-133°; mientras que en la segunda fase el rango es de 142°-171°; además, el punto más alto en el paso del obstáculo de la mesa se establece en un rango de 76,07-127,58 cm (tabla 2).

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

Variables	y1*	y2*	y3*	y4*	y5*	y6*	y7*	
							Eje X	Eje Y
Unidades de medida	cm	Grados	Grados	ms	m/s	m/s ²	cm	cm
Principiantes								
Sujeto 1	76,07	120	170	4 037	1,531	5,538	63,47	15,14
Sujeto 2	76,26	105	163	3 670	1,832	4,537	68,42	46,13
Sujeto 3	81,17	122	171	3 737	1,904	3,387	68,75	40,01
Sujeto 4	91,77	102	171	4 345	2,069	1,770	69,62	31,88
Sujeto 5	94,11	102	153	3 203	1,425	3,844	79,39	35,57
Sujeto 6	112,63	115	146	3 544	1,754	4,658	86,41	49,16
Sujeto 7	85,89	125	167	3 603	1,648	4,333	82,54	51,43
Sujeto 8	82,91	100	145	3 237	1,726	1,611	78,99	43,91
Sujeto 9	127,58	133	142	3 603	1,177	6,390	83,06	51,31
Promedio	92,04	113,78	158,67	3 664,33	1,67	4,01	75,63	40,50

*Leyenda

X1 = punto más alto en el paso del obstáculo: mesa.

X2 = ángulo articulación de la rodilla (despegue).

X3 = ángulo articulación de la cadera (ingreso al agua).

X4 = tiempo de despegue al ingreso al agua de la articulación de la rodilla.

X5 = velocidad promedio de la trayectoria de la articulación de la rodilla.

X6 = aceleración promedio de la trayectoria de la articulación de la rodilla.

X7 = centro de gravedad.

DISCUSIÓN

El cálculo comparativo del punto más alto en el paso del obstáculo de la mesa en la prueba de natación utilitaria entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney, determinaron la no existencia de diferencias significativas ($p= 0,607$), estableciéndose un menor rango promedio en los deportistas de alto rendimiento (7,17) que en los deportistas principiantes.^{8,56}

El cálculo comparativo del ángulo de la articulación de la rodilla, en la fase de despegue del obstáculo de la mesa en la prueba de natación utilitaria entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney determinaron la existencia de diferencia significativa ($p= 0,000$), siendo el rango promedio menor en los deportistas de alto rendimiento (DAR: 3,50; DP: 11,00).

Por otra parte, el cálculo comparativo del ángulo de la articulación de la cadera, en la fase de ingreso al agua de la mesa, en la prueba de natación utilitaria entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney determinó la existencia de diferencias significativas ($p= 0,000$), siendo menor el rango promedio en deportistas principiantes (DP: 6,00; DAR: 11,00).

El cálculo comparativo del tiempo de la articulación de la rodilla desde el despegue hasta el ingreso al agua, de la mesa en la prueba de natación utilitaria entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney, determinó la no existencia de diferencia significativa ($p= 0,066$), estableciéndose un rango promedio menor en los deportistas de alto rendimiento (DAR: 5,33; DP: 9,78).

El cálculo comparativo de la velocidad promedio de la articulación de la rodilla desde el despegue hasta el ingreso al agua, de la mesa en la prueba de natación utilitaria entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney determinó la no existencia de diferencia significativa ($p= 0,224$), estableciéndose un menor el rango promedio en los deportistas principiantes (DP: 6,78; DAR: 9,83).

El cálculo comparativo de la aceleración promedio de la articulación de la rodilla desde el despegue hasta el ingreso al agua, de la mesa en la prueba de natación utilitaria entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney, determinó diferencia significativa ($p= 0,002$), estableciéndose un menor rango promedio en los deportistas de alto rendimiento (DAR: 3,83; DP: 10,78). En este sentido, se concuerda con la literatura internacional sobre la importancia que reviste la corrección de los ángulos del movimiento técnico para potenciar el rendimiento deportivo, de ahí la necesidad de su estudio,²⁵⁻²⁸ donde la detección de errores biomecánicos es de suma necesidad para potenciar un desarrollo motriz efectivo.²⁹

El cálculo comparativo del centro de gravedad en el eje de coordenadas (X) en el punto más alto que alcanza el impulso de la mesa en la prueba de natación utilitaria, entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney determinó la no existencia de diferencia significativa ($p= 0,113$), estableciéndose un menor rango promedio en los deportistas principiantes (DP: 6,44; DAR: 10,33), un aspecto de influencia en el rendimiento locomotor.²³

El cálculo comparativo del centro de gravedad en el eje de coordenadas (X) en el punto más alto que alcanza el impulso de la mesa en la prueba de natación utilitaria, entre deportistas de alto rendimiento y principiantes, a partir de la prueba U de Mann-Whitney, determinó la no existencia de diferencia significativa ($p= 1,000$), estableciéndose un rango promedio igual para cada grupo de deportistas (8,00).

Los deportistas de alto rendimiento, en el momento del paso del obstáculo de la mesa, tienden a bajar lo más posible su centro de gravedad, permitiendo de esta manera una mejor capacidad de reacción y una menor resistencia para ingresar al medio acuático nuevamente, por ello, los resultados evidencian que existe una diferencia de 4,67 cm con respecto a los deportistas principiantes.

Si el punto más alto varía al momento de pasar el obstáculo, esto va a influir directamente en los valores en el centro de gravedad de los deportistas; los resultados evidencian que, en el eje de coordenadas de las X, varía en 8,69 cm, y en el eje de coordenadas de la Y, varía en 2,63 cm; lo que significa que los deportistas principiantes no alcanzan el ángulo adecuado para clavarse al agua, el ingreso es muy rasante y la profundidad alcanzada es exagerada. De esta manera, el desplazamiento motriz no es el ideal, lo que provoca una pérdida vital de segundos, muy importante en la ejecución de la prueba.²⁴

Los valores del ángulo en la primera fase de impulso de la mesa no deben sobrepasar los 90°, para que la fuerza sea la adecuada y se aproveche de tal manera el impulso alcanzado y la altura idónea para luego ingresar al agua. En los atletas principiantes

se evidencian que son valores altos, limitando la implementación de un movimiento biomecánico ideal de la articulación de la rodilla. En cuanto al ángulo en la fase de ingreso al agua, la teoría indica que se debe entrar en posición flecha, o en un ángulo de 180° .²⁶ Analizando los resultados, se demuestra que los deportistas principiantes tienen muchas falencias en esta fase de movimiento, por lo que se debe trabajar la técnica de ingreso al agua antes de ir al obstáculo hasta que se mecanice el movimiento y se pueda reproducir en la realización de la prueba de la natación utilitaria.

En cuanto a la velocidad y la aceleración, los resultados muestran que los deportistas de alto rendimiento tienen valores 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.^{15,11}

Se concluye que los deportistas de alto rendimiento tienen un promedio de 87,38 cm en el punto más alto frente a los principiantes que logran un promedio de 92,04 cm; es decir, adoptan una posición de pie más pronunciada. En cuanto al ángulo de la articulación de la rodilla en el despegue o fase uno, el alto rendimiento muestra un promedio de $92,33^\circ$ mientras que los principiantes presentan ángulos más amplios con un promedio de $113,78^\circ$. En el ingreso al agua se analizó el ángulo de la articulación de la cadera donde los deportistas de alto rendimiento muestran un promedio de $173,67^\circ$ frente a los principiantes $156,67^\circ$, describiendo un ingreso con un ángulo más cerrado.

El tiempo transcurrido desde el despegue o fase 1 hasta el ingreso al agua o fase 3 con respecto a la articulación de la rodilla los deportistas de alto rendimiento lo realizan en un promedio de 3 269,83 m/s y los deportistas principiantes en 3 664,33 m/s; es decir, tardando los principiantes unos pocos m/s más en ejecutar la combinación de movimientos, el despegue y el ingreso.

En la velocidad también se observan diferencias. El alto rendimiento presenta una velocidad promedio, medida desde la trayectoria de la articulación de la rodilla en la fase 1 despegue hasta el ingreso al agua o fase 3, más pronunciada con 1,86 m/s, frente a los deportistas principiantes que describen una velocidad promedio de 1,67 m/s. Los deportistas de alto rendimiento efectúan más rápido el cambio de fases.

La aceleración presente en la trayectoria de la articulación de la rodilla al pasar de la fase 1 o despegue a la fase 3 o ingreso al agua, es de un promedio en el alto rendimiento de $-0,09 \text{ m/s}^2$ mientras que los principiantes presentan una aceleración promedio de $4,01 \text{ m/s}^2$. El alto rendimiento muestra una desaceleración.

Otra variante analizada fue el centro de gravedad, demostrando que en deportistas de alto rendimiento la componente X se sitúa en promedio en los 84,32 cm, y la componente Y a 43,14 cm. En los deportistas principiantes se establece un promedio de la componente X en 75,63 cm, y la componente Y a 40,50 cm, tomando en cuenta que el sistema de coordenadas estuvo ubicado en los pies de los deportistas.

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 no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Patricio TY. El entrenamiento militar en el rendimiento físico de oficiales y voluntarios del grupo de fuerzas especiales nº 27 Grad. Miguel Iturralde. Bachelor's thesis. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Carrera Cultura Física; 2015.
2. Deantonio JH, Buitrago PJ. Dermatoglifia dactilar, somatotipo y consumo de oxígeno en atletas de pentatlón militar de la Escuela Militar de Cadetes "General José María Córdova". Revista Científica "General José María Córdova". 2012;10(10):305-18.
3. de Souza S, Barroso R, Barbosa A, Telles T, Júnior OA. Anthropometric Parameters of Cadets Among Different Military Sports. Int J Morphol. 2015;33(3):831-4.
4. Zhang HZ, Deng YL, Wang BC, Pan XT, Zhang K. The Establishment of the Monitoring Indexes on Military Pentathlon Women Athletes' Physical Capability [J]. Journal of Beijing Sport University. 2007;4(023).
5. Moschopoulos AI, Albanidis E, Anastasiou A, Antoniou P. Organised military sports of the hellenic armed forces for the period 1948-1968. The International Journal of the History of Sport. 2015;32(2):351-66.
6. Savonis A, Cepulėnas A. Physical training of candidates to professional military service in Lithuanian armed forces. Education. Physical Training. Sport. 2012;86(3):87-92.
7. Bender T, Karagülle Z, Bálint GP, Gutenbrunner C, Bálint PV, Sukenik S. Hydrotherapy, balneotherapy, and spa treatment in pain management. Rheumatology international. 2005;25(3):220-4.
8. Rahnama N, Heidari N. Does the Health, Motion, Function and Occupational Iranian Police Personnel Changes with Hydrotherapy Exercises? International Journal of Musculoskeletal Pain Prevention. 2017 February;1(5):20-32.
9. Beltrán AS, Vaca MR, Bayas A, Aguilar W, Valarezo E, Barquin C. Estrategia para perfeccionar la técnica de vuelta estilo espalda en natación. Club de la Armada. Lecturas: educación física y deportes. 2016 octubre;21(221):1-8.
10. Calero S, González SA. Preparación física y deportiva. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2015.
11. Si W, Lee SH, Sifakis E, Terzopoulos D. Realistic biomechanical simulation and control of human swimming. ACM Transactions on Graphics (TOG). 2014;34(1):10.
12. Puentes E, Calero S. Fundamentals for a biomechanical analysis of aikido. Lecturas: educación física y deportes. 2014 Marzo;18(190):1-13.
13. Puel F, Morlier J, Avalos M, Mesnard M, Cid M, Hellard P. 3D kinematic and dynamic analysis of the front crawl tumble turn in elite male swimmers. Journal of biomechanics. 2012;45(3):510-5.
14. McGinnis P. Biomechanics of sport and exercise. 3rd ed. Human Kinetics; 2013.
15. Hopkins WG, Allen SV, Vandenberg T. Performance Outcomes at the XII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming. Sports Science. 2014 May;18:1-7.

16. Plaza M, Aperador W, Cifuentes A. Sistemas biomecánicos para patologías musculares y cargas pesadas. *Rev Cubana Invest Bioméd.* 2016;35(4):354-65.
17. Blazevich AJ. *Sports biomechanics: the basics: optimising human performance.* 2nd ed. A&C Black; 2013.
18. Hong Y. *International research in sports biomechanics.* 5th ed. Routledge; 2012.
19. Rosa A. Biomecánica de la actividad física y el deporte: objetivos, principios y aparatos de medición. *Lecturas: educación física y deporte.* 2014 Enero;18(188):1-11.
20. Calero S. Fundamentos del entrenamiento deportivo optimizado. En Curso impartido en la Facultad de Educación Física, Deportes y Recreación de la Universidad de Guayaquil, Ecuador: 2014a.
21. Calero S. Nuevas tendencias mundiales en el proceso de dirección del entrenamiento deportivo. En Curso de Posgrado impartido en la Universidad de Guayaquil, Ecuador. 2013; Instituto de Investigaciones. p. 2-18.
22. Calero S. Fundamentos del entrenamiento optimizado: Cómo lograr un alto rendimiento deportivo en el menor tiempo posible. En Primer Congreso de Fisioterapia y Deporte. Villahermosa, Tabasco: Universidad del Valle de México; 2014b.
23. Azuma A. *The biokinetics of flying and swimming.* 3rd ed. Tokyo: Springer Science & Business Media; 2012.
24. Seifert L, Button C, Davids K. Key properties of expert movement systems in sport. *Sports Medicine.* 2013;43(3):167-78.
25. Belloch SL, Quesada JI, Sorizo PP, Cuevas ÁL. La investigación en biomecánica aplicada a la natación olímpica: evolución histórica y situación actual. *Citius, Altius, Fortius.* 2016;6(2).
26. Fidalgo F. Análisis cinemático de la salida en natación: comparación entre Poyete tradicional y Omega OSB11= Kinematic analysis of output in swimming comparison between traditional starting block and Omega OSB11. León: Universidad de León. Facultad [H8] de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte; 2016.
27. Takeda T, Takagi H, Tsubakimoto S. Effect of inclination and position of new swimming starting block's back plate on track-start performance. *Sports Biomechanics.* 2012;11(3):370-81.
28. Vantorre J, Chollet D, Seifert L. Biomechanical analysis of the swim-start: a review. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2014;13(2):223-31.
29. Virag B, Hibberd EE, Oyama S, Padua DA, Myers JB. Prevalence of freestyle biomechanical errors in elite competitive swimmers. *Sports health.* 2014;6(3):218-24.

Recibido: 15 de octubre de 2016.

Aprobado:12 de noviembre de 2016.

Gabriel Coral Apolo. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.
Correo electrónico: gecoral@espe.edu.ec