

Velocidad, ángulos del salto largo masculino: Campeonato Centroamericano Mayor de Atletismo 2022

Speed, angles of the men's long jump: Central American Major Athletics Championship 2022.

Noel Fernando Mejía¹, Alejandra María Torres Ramírez, Carlos Eduardo Menéndez Amador, Víctor Leonel Rodríguez Galo, Fausto Ricardo Baide Ordoñez y Alfredo Restrepo Marín

Resumen

El objetivo principal del salto largo es lograr la mayor distancia, valiéndose para ello de tres fases: aproximación, batida y vuelo. Para ello, es primordial: (1) la velocidad horizontal alcanzada en la fase de aproximación, (2) el ángulo de despegue en la fase de despegue, junto a otras variables. En un estudio transversal (descriptivo y correlacional), con muestra no probabilística, se registró el salto largo de 5 atletas del género masculino, durante el Campeonato Centroamericano mayor 2022, con el objetivo de evaluar las variables condicionantes del desempeño en el salto largo en comparación con los atletas de elite. Los atletas de la región Centroamericana alcanzaron una velocidad vertical de despegue similar a atletas elite (P 0.76); no obstante, la velocidad horizontal de despegue fue significativamente distinta (P 0.00) a la alcanzada por los finalistas en el mundial del 2018. El ángulo de despegue fue similar a los atletas de elite (P 0.58). Se resalta la diferencia en la velocidad horizontal, como la variable determinante para el rendimiento en el salto largo, y la poca extensión en la rodilla de la pierna de batida como una de las limitantes para potenciar los factores dinámicos (fuerza) favorecedores de un mayor impulso en los atletas de la región Centroamericana.

Palabras clave: Ángulo, despegue, horizontal, velocidad, vertical.

Recibido: 02 de junio de 2022 Aceptado: 01 de noviembre de 2022
Received: June 02, 2022 Accepted: November 01, 2022

Abstract

The main objective of the long jump is to achieve the greatest distance, making use of three phases: approach, takeoff and flight. For this, it is essential: (1) the horizontal speed reached in the approach phase, (2) the takeoff angle in the takeoff phase, together with other variables.

¹ Master en Actividad Física y Entrenamiento Deportivo.
Universidad Nacional autónoma de Honduras.
nmejia@unah.edu.hn

In a cross-sectional study (descriptive and correlational), with a non-probabilistic sample, the long jump of 5 male athletes was recorded during the 2022 Major Central American Championship, with the aim of evaluating the conditioning variables of performance in the long jump in comparison with elite athletes. Athletes from the Central American region reached a vertical take-off velocity similar to elite athletes (P 0.76); however, takeoff horizontal speed was significantly different (P 0.00) from that achieved by the finalists in the 2018 world championships. The takeoff angle was similar to that of the elite athletes (P 0.58). The difference in horizontal speed is highlighted, as the determining variable for performance in the long jump, and the little extension in the knee of the kick leg as one of the limitations to enhance the dynamic factors (strength) favoring a greater impulse in the athletes of the Central American region.

Keywords: Angle, takeoff, horizontal, speed, vertical.

Introducción

En la evolución de los resultados deportivos, las ciencias aplicadas al entrenamiento deportivo se han vuelto fundamentales como herramientas para los entrenadores y atletas. Tal es el caso del atletismo, donde la técnica se vuelve determinante a la hora de conseguir los mejores resultados.

El término técnica deportiva conlleva múltiples complejidades tanto por sus contenidos y el ámbito de actuación (Seirullo, 1987). Marcos Becerro (1989) y Sánchez Bañuelos (1996) definen la técnica como la actividad física que involucra cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que se suma al metabolismo basal y genera un gasto energético.

Pese a cualquier definición de la técnica deportiva, es factible argüir que la técnica está estrechamente relacionada a la biomecánica. Para el caso en cuestión, los análisis biomecánicos de los saltos han sido muy estudiados a nivel de atletas de elite, a través de las interrogantes, tales como: ¿cómo determinar cuáles son los factores que condicionan la técnica del campeón?; ¿cuáles son los factores

limitantes o que pueden ser copiados por otros atletas? (Suarez, 2009). De esta manera la técnica está condicionada a los aspectos biomecánicos, a los cuales los atletas en desarrollo tratan de alcanzar o acercarse a los atletas de elite.

El salto largo es parte de los eventos de campo en el atletismo, y su objetivo principal es lograr la mayor distancia posible desde el despegue hasta la caída en la fosa de arena.

Por su naturaleza, el salto largo presenta muchas características del lanzamiento de proyectil, como ser: (1) la velocidad horizontal del centro de masa (CM) alcanzada en la fase de aproximación y (2) el ángulo del CM en la fase de despegue (Alexander, 1990); siendo estos, dos de los mayores determinantes de la distancia en el salto largo.

No obstante, en la práctica es común observar ángulos de despegue de 20° – 25°; muy inferiores al ángulo teórico óptimo (45°) del lanzamiento de proyectil. En el Campeonato Mundial de 2018, la media del ángulo de despegue (CM) en el salto largo masculino fue de 22.70° ($\pm 1.80^\circ$), con una velocidad horizontal (CM) de 8.66 m/s (± 0.34) y una velocidad

vertical (CM) de 3.62 m/s (± 0.25), respectivamente (Tucker, et al., 2019). En el estudio biomecánico de los citados autores, es de notar la diferencia entre la velocidad horizontal y la velocidad vertical; la que se confirma con la correlación existentes entre la distancia oficial y la velocidad horizontal en el despegue ($r 0.55$, $p 0.03$) mas no con la velocidad vertical de dicha fase. Lo anterior refuerza la hipótesis que en el salto largo es preferible alcanzar una mayor velocidad horizontal con un menor ángulo de despegue (Linthorne, et al., 2008).

Un aspecto importante entre ambas variables (velocidad horizontal, ángulo de despegue) es el ángulo de apoyo del último paso durante la fase de aproximación: el cual es alrededor de 65o (Bridgett & Linthorne, 2006). Un ángulo superior podría tener una acción de freno, disminuyendo la velocidad horizontal acumulada en la aproximación y obligando a aumentar el ángulo de despegue; en contraparte, un ángulo inferior podría disminuir la duración del contacto con el suelo limitando la acumulación de las fuerzas reactivas generadoras de un mayor impulso.

Conjuntamente, se han analizado otras variables como el ángulo de inclinación del tronco, ángulo y velocidad angular de la rodilla, ángulo y velocidad angular del muslo (Tucker, et al., 2019; Hay, 1986; Bayraktar & Cilli, 2018)). No obstante, la mayoría de estudios se han realizado con atletas de elite durante los Campeonatos mundiales y Juegos Olímpicos (JJOO), desconociéndose cómo se comportan estas variables en atletas de otras regiones con condiciones coordinativas y neuromusculares distintas a los atletas de elite. Aparte, esta autoría desconoce la

existencia de estudios previos realizados en la región de Centroamérica.

Mediante un análisis biomecánico, el objetivo de este estudio es evaluar y comparar las variables condicionantes del desempeño en el salto largo masculino durante el Campeonato Centroamericano mayor 2022.

Metodología

El presente estudio se dirigió bajo el enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental, transversal, con muestra no probabilística (5 atletas en total inscritos para la prueba de salto largo).

Participantes: los datos de este estudio se recolectaron a partir de los saltos de 5 atletas del género masculino que participaron en el evento de salto largo durante el XXXII Campeonato centroamericano de atletismo mayor en la ciudad de Managua Nicaragua el 2 y 3 de Julio del 2022 con atletas de los países del istmo centroamericano, con un promedio de edad 25 años (± 4.87); talla 1.81 m (± 0.04); masa corporal 70.86 kg (± 8.80). La Federación Nicaragüense de Atletismo (FNA) otorgo el permiso para el desarrollo de la investigación.

Variables

Velocidad del último paso en la carrera de aproximación: es la velocidad media horizontal (dirección anteroposterior) del atleta medida durante el último paso antes del despegue.

Velocidad horizontal en el despegue: es la velocidad media horizontal (dirección anteroposterior) del atleta medida durante el último paso antes del despegue.

Velocidad vertical en el despegue: es la velocidad media horizontal (dirección

anteroposterior) del atleta medida durante el último paso antes del despegue.

Velocidad resultante

Angulo de la pierna de batida (apoyo): es el ángulo que comprende desde el centro de masa del atleta al talón de la pierna de batida del atleta en el momento del apoyo.

Angulo de la pierna de batida (despegue): es el ángulo que comprende desde el centro de masa del atleta al talón de la pierna de batida del atleta en el momento del despegue.

Angulo de despegue: el ángulo del CM del atleta en el despegue desde el tablero con respecto a la horizontal.

Angulo de la rodilla (pierna de batida): es el ángulo entre el muslo y la parte inferior de la pierna, considerado de 180° en el plano anatómico en la posición de pie.

Angulo mínimo de la rodilla (pierna de batida): el menor ángulo alcanzado por la pierna de batida en el momento de despegue.

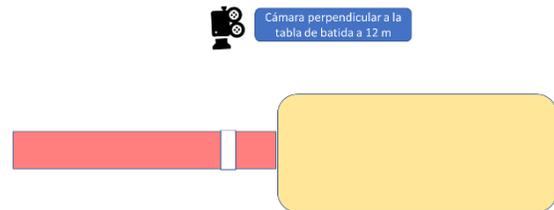
Velocidad angular de rodilla (pierna de batida): es la tasa media de cambio del ángulo de la rodilla desde el aterrizaje en la tabla de batida hasta llegar a su mínimo en la tabla de batida.

Procedimiento: para el análisis biomecánico en 2D, se filmó la ejecución del salto largo sobre el plano sagital con una cámara (120 fps.) posicionada a 12 m de dicho plano, perpendicular a la tabla de batida (Figura 1), y a una altura de 1.50 m, se utilizó un calibrador de forma horizontal de 2 m de longitud, colocada en dos puntos de referencia el primero a 1 metro de la tabla de batida y el segundo 1 metro después de la tabla de batida. El

procesamiento y digitalización de los datos se realizó con el software Kinovea.

Figura 1.

Posición de la cámara con respecto a la tabla de batida.



Fuente: elaboracion propia

Análisis estadístico: las características generales de los participantes y las variables se presentan con los valores medios y la desviación estándar ($\pm DS$). Se utiliza el coeficiente de correlación de Pearson (r) para expresar la relación entre variables: $r \leq 0.49$ relación débil; $0.50 \leq r \leq 0.74$ relación moderada; $r \geq 0.75$ relación fuerte (Akoglu, 2018). Todos los datos y procesamiento estadístico se realizaron con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 22.0 para Windows, con una significancia de $p < 0.05$.

Resultados

Para el análisis se tomó el mejor salto (valido), entre los primeros 3 intentos realizados por los 6 atletas (Tabla 1).

Tabla 1.
Resultado final y marca del mejor salto.

LUGAR	MEJOR SALTO
1	7.33
2	7.1
3	-
4	6.82
5	6.67
6	5.9

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 y figura 2 se presentan los valores de la velocidad horizontal y vertical, así como la velocidad resultante para los 5 participantes con los valores medios de cada variable.

Tabla 2.
Velocidad horizontal, vertical y resultante.

LUGAR	Velocidad último paso (m/s).	Velocidad horizontal en el despegue (m/s).	Velocidad vertical en el despegue (m/s).	Velocidad resultante (m/s).
1	9.24	7.92	3.44	8.64
2	8.7	7.98	3.06	8.55
3	-	-	-	-
4	9.49	6.63	3.47	7.49
5	8.8	7.02	4.08	8.13
6	8.38	6.5	2.06	6.82

Fuente: Elaboración propia

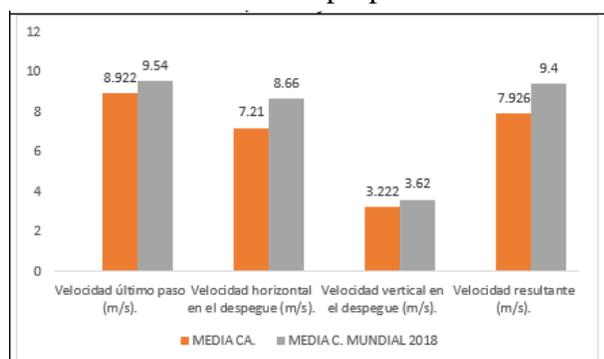


Figura 2.
Medias Velocidad horizontal, vertical y resultante.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se presentan los valores de las posiciones angulares de la pierna y rodilla de batida, así como la velocidad angular de la misma rodilla de los 5 participantes (Intentos validos) con sus respectivos valores medios.

Tabla 3.
Ángulo y velocidad angular de la rodilla de batida.

LUGAR	Ángulo de la pierna de batida (apoyo). (°)	Ángulo de la pierna de batida (despegue). (°)	Ángulo de despegue. (°)	Ángulo de la rodilla (pierna de batida). (°)	Ángulo mínimo de la rodilla (pierna de batida). (°)	Velocidad angular de rodilla (pierna de batida). (°/s)
1	-37.00	25.00	17.58	157.00	133.00	-320.00
2	-25.00	21.00	30.00	167.00	135.00	-551.72
3	-	-	-	-	-	-
4	-26.00	21.00	27.00	159.00	131.00	-373.33
5	-38.00	22.00	23.00	157.00	124.00	-440.00
6	-37.00	29.00	20.00	157.00	125.00	-484.85
MEDIA	-32.60	23.60	23.51	159.40	129.60	-433.98
MEDIA C. MUNDIAL 2018	-34.67	17.96	22.70	165.91	137.36	-477.60

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 muestra los resultados para la comparación de las medias entre los atletas Centroamericanos y los finalistas del salto largo del mundial del 2018.

Tabla 4.
Prueba t para comparación de medias.

VARIABLES	t	Sig. (bilateral)
Velocidad último paso (m/s)	3.995	.001
Velocidad horizontal en el despegue.	6.295	.000
Velocidad vertical en el despegue.	1.885	.076
Velocidad resultante.	6.336	.000
Ángulo de la pierna de batida (apoyo)	34.939	.000
Ángulo de la pierna de batida (despegue).	-3.951	.001
Ángulo de despegue.	-5.52	.588
Ángulo de la rodilla (pierna de batida).	3.101	.006
Ángulo mínimo de la rodilla (pierna de batida).	1.866	.078
Velocidad angular de rodilla (pierna de batida).	-893	.384

Fuente: Elaboración propia

Las únicas correlaciones identificadas fueron entre velocidad horizontal en el despegue y la velocidad resultante (r 0.92), así como la velocidad vertical en el despegue y el ángulo de despegue (r 0.91).

En las tablas 5 y 6, se compara la mejor marca de cada uno de los atletas con el récord centroamericano (7.73 m) y con la media del campeonato mundial bajo techo 2018 (7.93 m). Así mismo la comparación porcentual del récord centroamericano y el resultado de los saltadores de campeonato centroamericano mayor (Tabla 6).

Tabla 5.
Comparación con el récord centroamericano (ca) y el mundial bajo techo 2018.

LUGAR	MEJOR SALTO	DIFERENCIA AL RECORD CA	DIFERENCIA A LA MEDIA DEL MUNDIAL 2018
1	7.33	0.40	0.6
2	7.1	0.63	0.83
3	-	-	-
4	6.82	0.91	1.11
5	6.67	1.06	1.26
6	5.9	1.83	2.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.
Comparación porcentual del récord centroamericano y resultado de los saltadores en el centroamericano managua 2022.

LUGAR	MEJOR SALTO	DIFERENCIA AL RECORD CA EN PORCENTAJE
1	7.33	94.34
2	7.1	91.38
3	-	-
4	6.82	87.77
5	6.67	85.84
6	5.9	75.93

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Como se muestra en la tabla 2 la velocidad promedio en el último paso de la carrera de aproximación fue de 8.92 m/s (± 0.44), la cual es cercana a la reportada por Luhtanen y Komi (1979) de 9.6 m/s; pero, significativamente distinta (Tabla 4) de la velocidad alcanzada por los finalistas en el mundial del 2018 (Tucker, et al., 2019). Es posible explicar esta diferencia, como la importancia y sobre todo la evolución de la velocidad horizontal al final de la carrera de aproximación en los atletas de elite, mas no en los atletas de la región Centroamericana.

En el salto largo, el ángulo óptimo del despegue está determinado por la combinación de la velocidad horizontal y la velocidad vertical, siendo preferible obtener una mayor velocidad horizontal que vertical. Al respecto, los resultados expuestos en la tabla 2 y 4 muestran que los atletas de la región Centroamericana alcanzaron una velocidad vertical de despegue similar a atletas elite; no

obstante, la velocidad horizontal de despegue fue significativamente distinta a la alcanzada por los finalistas en el mundial del 2018 (Tucker, et al., 2019). Es de resaltar las correlaciones identificadas entre la velocidad horizontal en el despegue y la velocidad resultante ($r 0.92$), así como la velocidad vertical en el despegue y el ángulo de despegue ($r 0.91$); ambas congruente con lo reportado por diversos estudios (Tucker, et al., 2019; Linthorne, et al., 2011; Luhtanen & Komi, 1979), y que confirman la importancia de las mismas para la obtención del objetivo del salto largo.

En cuanto al ángulo de despegue de los atletas Centroamericanos, no se encontraron diferencias significativas con el ángulo de despegue de los finalistas en el mundial del 2018 (Tucker, et al., 2019), igualmente el resultado es consistente con el ángulo de despegue de 23o reportado por Linthorne, et al., (2011), y por Luhtanen y Komi (1979) de 20o.

Los ángulos (máximo, mínimo) de la rodilla de la pierna de batida de los atletas Centroamericanos fueron significativamente distintos con respecto a los finalistas del mundial del 2018 (tabla 3 y 4), por lo que, estadísticamente, la velocidad angular de la rodilla de los atletas Centroamericanos fue inferior (tabla 3 y 4). Los saltadores Centroamericanos tienden a apoyar la pierna de batida con una menor extensión, no así un saltador elite (Tabla 3). Linthorne, et al., (2011), indican que la importancia de posicionar la pierna de batida lo más extendida posible, se centra

en dos aspectos: (1) minimizar la pérdida de la velocidad horizontal alcanzada en la fase de aproximación; (2) incrementar la duración del contacto con el suelo que permite la acumulación y generación de suficiente fuerza reactiva, aprovechada en el impulso vertical.

Con respecto al resultado deportivo podemos ver en la tabla 5 que existe aún una brecha importante con respecto a los resultados en la elite mundial, donde 2 atletas pudieron superar los 7 metros, 3 superaron los 6 metros y 1 supero los 5 metros. De igual manera la diferencia de marcas en cuanto al récord centroamericano y la media de los finalistas del campeonato mundial del 2018, donde porcentualmente los atletas del istmo están por debajo de 94 % de la marca media para ser parte de una final de elite.

Conclusión

En el Campeonato Centroamericano Mayor del 2022, la velocidad horizontal durante el salto largo, fue inferior a la alcanzada por los saltadores de elite. Dicha diferencia hace notoria la limitación en poder desarrollar una mayor velocidad vertical en el momento del despegue. De esta forma, es necesario el desarrollo de las cualidades necesarias para el logro de uno de los objetivos parciales y condicionantes del salto largo; como lo es la velocidad horizontal durante el último paso previo al despegue.

En cuanto a la segunda determinante del salto largo; el ángulo de despegue mostrado durante el Campeonato

Centroamericano Mayor del 2022, fue similar al de los atletas de elite; con lo que se refuerza la importancia del rol de la velocidad horizontal y, aun mas, la transición a la velocidad vertical, como un efecto de las fuerzas reactivas generadoras de un mayor impulso.

Otro aspecto de interés, en relación a la posición ideal de la pierna de batida, es el ángulo mínimo y la velocidad angular de la rodilla; la cual fue inferior en el Campeonato Centroamericano Mayor del 2022 en comparación con los atletas de elite. Dicho aspecto, resulta de interés al momento de considerar la posición ideal de la extremidad para potenciar los factores dinámicos (fuerza) favorecedores de un mayor impulso.

Finalmente, los resultados del área centroamericana distan con respecto al rendimientos de los atletas de elite, donde uno de los factores que deben mejorar los atletas del área (Centroamérica) es la velocidad en el momento del despegue.

Referencias

- Akoglu H. (2018). User's guide to correlation coefficients. *Turkish journal of emergency medicine*, 18(3), 91–93. <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2018.08.001>
- Alexander, R. (1990). Optimyn take-off techniques for high and long jumps. *Biological Sciences*, 329(1252), 3-10. <https://doi:10.1098/rstb.1990.0144>.
- Bayraktar, I. & Çilli, M. (2018). Estimation of jumping distance using run-up velocity for male long jumpers. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*.22(3):124-129. <https://doi.org/10.15561/18189172.2018.0302>.
- Bridgett, L. & Linthorne, N. (2006). Changes in long jump take-off technique with increasing run-up speed. *Journal of Sports Sciences*, 24(8): 889–897. DOI:[10.1080/02640410500298040](https://doi.org/10.1080/02640410500298040)
- Hay J. G. (1986). The biomechanics of the long jump. *Exercise and sport sciences reviews*, 14, 401–446.
- Linthorne, N., Baker, C., Douglas, M., Hill, G. & Webster, R. (2011). Take-off forces and impulses in the long jump. *Portuguese Journal of Sport Sciences*. 11(3), 1-4.
- Linthorne, P., Guzman, M. & Bridgett, L. (2008). The optimum takeoff angle in the long jump. *20 International Symposium on Biomechanics in Sports (2002)*, 126-129.
- Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1979). Mechanical power and segmental contribution to force impulses in long jump take-off. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 41(4), 267–274. <https://doi.org/10.1007/BF00429743>
- Marcos Becerro, J. F. (1989). *Salud y deporte para todos*. Madrid: Eudema.
- Sánchez Bañuelos, F. (1996). *La actividad física orientada hacia la salud*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Seirul-lo, F. (1987). La técnica y su entrenamiento. *Apuntes. Educación Física y Deportes*, 24, 189-199.
- Suarez, D. G. (2009). *Biomecánica deportiva y control del entrenamiento*. Medellín: Funambuloso.
- Tucker, C.B., Bissas, A. & Merlino, S. (2019). Biomechanical Report for the IAAF World Indoor Championships 2018: Long Jump Men. Birmingham, UK: International Association of Athletics Federations.