

Análisis biomecánico entre sexos de la longitud y frecuencia de la zancada en atletismo de iniciación

Biomechanical analysis between sexes of stride length and frequency in initiation athletics

Oscar Andrés Orbe Yumisaca,^I Gladys Tatiana Olmedo Cruz,^I Edison Vinicio Conlago Chancosi,^{II} Walter Vicente Mosquera Rosales,^{III} Héctor Eduardo Toaquiza Vega^{IV}

^I Universidad Central del Ecuador. Colegio Gonzalo Zaldumbide. Ecuador.

^{II} Universidad Central del Ecuador. Concentración Deportiva de Pichincha. Ecuador.

^{III} Universidad Central del Ecuador. Unidad Educativa "Quito Sur". Ecuador.

^{IV} Universidad Central del Ecuador. Unidad educativa "Antonio José de Sucre". Ecuador.

RESUMEN

Introducción: En el rendimiento del corredor de velocidad influyen numerosas variables, entre ellas la amplitud y frecuencia de la zancada, las cuales pueden manifestarse de distinta manera en atletas de iniciación, pudiendo compensar una sola de ellas al resto de las variables influyentes bajo ciertas condiciones.

Objetivo: Analizar la longitud y frecuencia de la zancada en 12 atletas de iniciación de velocidad de ambos性.

Métodos: Fue un estudio cuasi-experimental y de observación de la longitud y frecuencia de zancada con una muestra de velocistas de iniciación conformado por doce atletas divididos en dos grupos independientes de sexos diferentes. Para la recolección de los datos de interés se aplicó un Test de 30 metros, analizando biomecánicamente la distancia, velocidad inicial, media y final, así como el tiempo utilizado para culminar la prueba de 30m.

Resultados: El análisis de los datos no determinó diferencias significativas en ninguna variable estudiada al comparar los resultados entre sexos (distancia: ,937; velocidad inicial: ,937; velocidad media: ,394, velocidad final: ,937 y tiempo: ,310), pero los rangos promedio de la distancia y el tiempo fueron mejores en el sexo femenino, mientras el sexo masculino obtuvo mejores rangos promedios en las variables velocidad inicial, media y final.

Conclusiones: Se demuestra para el presente estudio, que la distancia de la zancada en corredores de velocidad de iniciación permite compensar el déficit de otras variables como la velocidad inicial, media y final, compensando el rendimiento final medido en tiempo.

Palabras clave: longitud y frecuencia de la zancada; atletismo de iniciación; biomecánica.

ABSTRACT

Introduction: In the performance of the speed corridor, numerous variables influence, among them the stride amplitude and frequency, which can be manifested in different ways in initiation athletes, being able to compensate only one of them to influential variables rest under certain conditions.

Objective: to analyze the stride length and frequency in 12 initiation athletes in speed of both sexes.

Methods: It is a quasi-experimental study and observation of stride length and frequency with a sample of initiation sprinters formed by twelve athletes divided into two independent groups of different sexes. To collect the interest data, a 30-meter test was applied, biomechanically analyzing the Distance, Initial, Average and Final Speed, as well as the Time used to complete the 30m test.

Results: The data analysis did not determine significant differences in any variable studied when comparing the results between sexes (Distance: ,937, Initial Speed: ,937, Average Speed: ,394, Final Speed: ,937 and Time: ,310), but the average ranges of Distance and Time were better in female sex, while the male sex obtained better average ranges in the variables Initial, Middle and Final Speed.

Conclusions: it is demonstrated for the present study, that the stride distance in runners of initiation speed allows to compensate the other variables deficit like the Initial, Average and Final Speed, compensating the final performance measured in time.

Keywords: Stride Length and Frequency, Initiation Athletics, Biomechanics

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el análisis biomecánico permite identificar ángulos de movimientos, trayectorias, medidas antropométricas y aspectos fisiológicos en atletas de varias edades realizando distintos elementos técnicos en varios deportes, buscando corregir errores para el perfeccionamiento motriz.¹⁻⁴

Dentro del atletismo, para avanzar con una mayor distancia y evitar lesiones musculares se aplica una zancada larga,⁵ para ello se requiere de piernas largas y fuertes. Una zancada corta no permitirá el adelanto del centro de gravedad y mantendrá la fluidez de la carrera, dado que al aumentar la Frecuencia de Pasos por Minuto (PPM) (180 ppm) la velocidad se irá incrementando.⁶

El área de velocidad se caracteriza por ser de esfuerzos breves e intensos, utilizando el sistema energético anaeróbico aláctico.⁷ La carrera en el ámbito atlético normalmente suele manifestarse al alcanzar la máxima velocidad (carrera de velocidad). En este sentido, la velocidad va a depender de la longitud de zancada (amplitud) y el número de veces que lo realicemos en una distancia dada (frecuencia). Por lo tanto, la clave para un incremento en la velocidad de carrera se puede conseguir incrementando la amplitud de zancada e incrementando la frecuencia de zancada,¹⁻⁹ para lo cual es necesario gran inversión de energía y gran dominio técnico. Los atletas acortan las zancadas a medida que las pruebas de velocidad van acumulando más metros de distancia para mayor efectividad.¹⁰ Algunos autores especifican la correlación existente entre la frecuencia y la amplitud de paso con la velocidad, es necesario encontrar en cada atleta la frecuencia y longitud de zancada para la consecución de la máxima velocidad en una distancia determinada.^{11,12} Adicionalmente, la influencia de las medidas antropométricas de los atletas analizados puede ejercerse sobre la frecuencia y longitud del paso.^{1,13}

La Real Academia de la Lengua Española considera que la zancada es un paso largo que se da con movimiento acelerado y que también es la base de la carrera, los principales componentes de la zancada son la longitud y la frecuencia, ambos permitirán la correcta ejecución de la técnica en esta habilidad deportiva. La longitud del paso suele confundirse con la longitud de zancada, aunque técnicamente no son la misma medida, se le considera la distancia entre el talón de un pie y el talón de otro pie al caminar (longitud del paso), mientras que la longitud de zancada es la distancia entre el talón del mismo pie o la distancia de dos pasos. Entre las variables que más influyen en el desplazamiento humano se encuentra la longitud y la frecuencia de la zancada en relación con aspectos morfológicos como el desarrollo proporcional de la cabeza, el tronco y las extremidades, existiendo una correlación alta según Mero y colaboradores,¹⁴ indicando que las razones fisiológicas y morfológicas pueden estar condicionadas por factores relacionados con la técnica de carrera que por la propia edad.¹⁵

A través del análisis biomecánico se podrá comparar la relación entre longitud, frecuencia de zancada y la velocidad alcanzada en los deportistas de ambos sexos, diferenciando las razones fisiológicas que existen a partir de los diez hasta los doce años de edad, donde se pueden evidenciar diferencias significativas en algunas variables y otras no.¹⁶ Por otra parte, la aplicación del test de treinta metros permitirá la comparación potencial de un movimiento determinado.¹⁷ El análisis biomecánico, para el caso que compete, fungirá como prueba de valoración del rendimiento en las etapas de iniciación deportiva, un aspecto útil para potenciar la técnica deportiva en edades tempranas.¹⁸⁻²⁰

Por lo antes expuesto, el objetivo investigado es analizar la longitud y frecuencia de la zancada en 12 atletas de iniciación de velocidad de ambos sexos.

MÉTODOS

La adquisición de datos se obtuvo mediante un estudio cuasi-experimental y observacional de la longitud y frecuencia de la zancada en atletismo, con una muestra poblacional de doce deportistas del Club de Atletismo "Solanda" (CAS), a quienes se les realizó una prueba de treinta metros para calcular la Distancia entre zancadas, la velocidad inicial, media y final, así como el tiempo empleado para culminar la prueba de carrera exigida. El test de carrera consistió en medir dos capacidades físicas esenciales: aceleración y velocidad de reacción.²¹

Durante cuatro semanas del mes de agosto (2017) se realizó un trabajo de tres días semanales de entrenamiento de 16:00 a 18:00; los días lunes, martes y jueves, para determinar cómo evolucionan los deportistas.

La población objeto de estudio estuvo conformada por dos grupos independientes de seis atletas de iniciación (seis niños y seis niñas) para la modalidad de velocidad en 100m planos. Las edades de las deportistas oscilan entre los diez a doce años de edad.

La figura muestra la ejecución del test de 30 metros utilizado para las diferentes mediciones.



Fig. Deportistas estudiados de la selección CAS.

Para la recolección, el instrumento principal fue un Test de 30 metros, el cual ayudó con el análisis biomecánico de la longitud y frecuencia de zancada realizada con el software Kinovea, donde se tuvo cuidado al momento de ubicar los puntos claves con un material especial para la mejor captura de las mediciones analizadas. Para obtener los datos se solicitó al niño ponerse en la línea marcada de salida explicando que debe tomar una sola dirección y dar su mayor esfuerzo sin disminuir la velocidad hasta llegar al punto final, procediendo posteriormente a evaluar individualmente cada uno de los parámetros establecidos.

La recolección de datos se realizó a través de una ficha de observación donde se registraron todos de los diferentes trabajos realizados a cada uno de los deportistas de ambos sexos, implementado a través del programa Kinovea que realizará las mediciones biomecánicas correspondientes. Se utilizó el programa Microsoft Excel 2016 para la tabulación básica de las diferentes mediciones realizadas a los deportistas en el test de 30 metros, y el SPSS v22 para correlacionar las variables estudiadas en cada sexo caracterizando las diferencias a partir de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

El estudio realizado (tabla), de acuerdo a la distancia de pie-pie en los 12 deportistas tuvo como mayor distancia 150,7 cm, y como menor distancia de 67,92 cm, evidenciando un promedio total de 115,535 cm entre todos los deportistas investigados. Con respecto a la velocidad inicial la mayor velocidad fue de 6,33 m/s y

menor velocidad fue de 3,31 m/s, teniendo un promedio final de 4,815 m/s entre los 12 deportistas estudiados.

Entre la velocidad media el valor máximo alcanzado se ubicó en 13,37 m/s, y el de menor velocidad en 6,46m/s, dando como promedio final un valor de 8,795 m/s entre los 12 deportistas estudiados. En la velocidad final se tuvo una velocidad máxima de 8,5 m/s y una velocidad mínima de 2,1 m/s, dando como promedio final 4,76 m/s entre los 12 deportistas investigados.

Por último, la variable "Tiempo" tuvieron en su mayor valor un dato de 1:29 segundos, y de menor tiempo en 0:87 segundos, dando como promedio final 1:05 segundos entre los 12 deportistas investigados.

Tabla. Datos Generales del sexo Femenino (F) y Masculino (M) en las variables estudiadas

No	Sexo	DISTANCIA (cm)	VELOCIDAD INICIAL (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (m/s)	VELOCIDAD FINAL (m/s)	TIEMPO
1	F	75,08	3,87	6,97	4,54	0:00:01:29
2	M	145,46	5,34	11,19	7,19	0:00:00:96
3	F	150,7	6,33	13,37	8,5	0:00:00:87
4	F	144,69	5,55	11,3	2,33	0:00:00:89
5	M	116,5	3,65	8,3	2,1	0:00:00:99
6	F	85,57	3,68	6,5	5,6	0:00:00:92
7	M	130,2	4,8	7,93	5,6	0:00:00:95
8	F	67,92	3,31	6,46	4,64	0:00:00:94
9	M	73,38	5,53	9,46	6,6	0:00:01:15
10	M	143,1	5,94	8,61	4,68	0:00:01:19
11	F	145,52	5,36	7,18	4,62	0:00:01:22
12	M	108,3	4,42	8,27	2,22	0:00:01:25
PROMEDIO		115,535	4,815	8,795	4,76	0:00:01:05

DISCUSIÓN

La comparación de las variables "Distancia" de pie a pie realizada entre los sexos estudiados como parte del test de 30 metros, se puede evidenciar que el valor del estadígrafo de la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney es mayor al nivel de significación esperado; ($p= ,937$) por lo tanto, no existe diferencia significativa en la distancia recorrida por ambos sexos. Para el caso estudiado, el sexo femenino al presentar mayor estatura y longitud de piernas alcanzó un rango promedio superior (6,67) al sexo opuesto (6,33), indicando una mayor distancia de la zancada o distancia entre pie y pie para realizar la técnica de carrera.

Para el caso de la variable "Velocidad inicial" la prueba no paramétrica aplicada no evidenció diferencias significativas entre sexos ($p=,937$) al realizarse la carrera durante el test de 30 metros. Para el caso de los rangos promedios el sexo masculino evidenció un mayor valor (6,67) que el sexo femenino (6,33), indicando que la velocidad inicial es más eficiente en hombres a pesar que la variable "Distancia" es mayor en el sexo opuesto por sus rangos promedios.

Por otra parte, la variable "Velocidad Media" realizada durante el test de 30 metros tampoco evidenció una diferencia significativa ($p=,394$) entre los resultados obtenidos en ambos sexos. Para el caso de los rangos promedios el sexo masculino presentó un mayor rango promedio (7,50) que el sexo opuesto (5,50). Para el caso de la variable "Velocidad Final" la comparación de los datos obtenidos tampoco evidenció diferencias significativas entre sexos ($p=,937$), aunque el sexo masculino sí presentó un mayor rango promedio (6,58) que el sexo opuesto (6,42). Finalizando, el análisis de la última variable de la carrera estudiada (Tiempo) no evidenció diferencias significativas al comparar los datos obtenidos entre ambos sexos ($p=.310$), aunque el sexo masculino sí presentó mayor rango promedio (7,67) que el sexo femenino (5,33), indicando que el sexo femenino como promedio obtuvo mejores tiempos en la carrera de 30m, por lo cual obtuvo un mayor rendimiento final al alcanzar con mayor prontitud la meta exigida por el test mencionado.

A pesar de que el presente estudio posee como debilidad un tamaño poblacional pequeño, que de por sí se recomienda ampliar para corroborar los resultados de la presente investigación, se concuerda teóricamente con autores citados de la importancia de la zancada en atletismo,⁶ y específicamente la necesidad de incrementar la frecuencia y amplitud de los pasos por minuto para incrementar la velocidad de desplazamiento.^{1-9, 11,12} En otro sentido, también existen otras variables que inciden en el rendimiento del atletismo de velocidad, y en ese sentido las medidas antropométricas suelen ser variables significativas,^{1,13-15} normalmente estudiadas en la etapa de alto rendimiento (mayor de 17 años), pero que en el presente estudio han determinado una ventaja sustancial al poseer el sexo femenino mayor amplitud de zancada a pesar de poseer menos velocidad Inicial, Media y Final que el sexo opuesto, demostrando que la amplitud de la zancada puede compensar el déficit de otras variables como es el caso de la potencia de los movimientos, llegando primero a la meta sujetos con menor fuerza y velocidad en los movimientos pero con mayor amplitud de movimiento en miembros inferiores.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados de este estudio demuestran que las mujeres poseen una mayor distancia de pie-pie al recorrer la prueba de 30 metros, dado los resultados positivos comparados con el de los hombres que tienen rangos negativos en el momento de la amplitud de zancada. En todas las variables de la velocidad los hombres tuvieron un mejor desempeño, pero específicamente la Velocidad Media muestra un rango positivo adicional, es decir tienen un mayor impulso de vuelo mientras que las mujeres presentan un rango negativo, disminuyendo su velocidad a la mitad de la distancia. No obstante, a lo anterior, y analizando el tiempo utilizado por ambos sexos, el sexo femenino presentó mejores resultados finales, dado que la amplitud o distancia de la zancada compensó el déficit de velocidad inicial, media y final, obteniendo mejores resultados que el sexo masculino.

En tal sentido, se demuestra para el presente estudio, que la distancia de la zancada en corredores de velocidad de iniciación permite compensar el déficit de otras variables como la velocidad inicial, media y final, compensando el rendimiento final medido en tiempo.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Romagnoli M, Díaz-Pintado JV, Arduini A. Análisis de la amplitud y frecuencia de paso de carrera a diferentes velocidades en deportistas amateurs. *Sport discuse*. 2005;60:21-4.
2. León S, Calero S, Chávez E. Morfología funcional y biomecánica deportiva. 2nd ed. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2016.
3. Puentes E, Calero S. Fundamentals for a biomechanical analysis of aikido. *Lecturas: educación física y deportes*. 2014 marzo;18(190):1-13.
4. González-Catalá SA, Calero-Morales S. Fundamentos psicológicos, biomecánicos e higiene y profilaxis de la lucha deportiva Quito: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2017.
5. Cissik J. Desarrollo de la Técnica y la Velocidad para la Carrera. [Online]. Madrid. 2002 [cited 2018 2 11]. Available from: <https://g-se.com/desarrollo-de-la-tecnica-y-la-velocidad-para-la-carrera-337-sa-Q57cfb27136678>.
6. MDZ. La importancia de la cadencia al correr. [Online].; 2018 [cited 2018 2 11]. Available from: <https://www.mdzol.com/La-importancia-de-la-cadencia-al-correr201810120002.html>.
7. Villamarín Menza S. Longitud de zancada, frecuencia del paso y dinámica de la velocidad de corredoras de velocidad del norte del cauca. *Lúdica Pedagógica*. 2010;2(15):13.
8. Brown LE. Entrenamiento de velocidad, agilidad y rapidez Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
9. Ramón A, Pedro E. El entrenamiento del sprint con métodos resistidos. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2010;5(15):19-26.
10. García-Verdugo M. Análisis de los 100 m lisos: velocidad, frecuencia-amplitud, consideraciones técnicas Madrid: Marfil; 1972.
11. Valencia MM, Suárez VC, Briega IP, González-Ravé JM. Relación entre frecuencia y longitud de zancada en carrera de velocidad resistida y la carga en 1rm en semisquat. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2010;5(15):41.

12. Sánchez AF. La carrera de velocidad: metodología de análisis biomecánico Madrid: LIB DEPORTIVAS ESTEBAN SANZ; 2001.
13. Guevara PV, Calero S. La técnica de carrera y el desarrollo motriz en aspirantes a soldados. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 2017;36(3):1-14.
14. Mero A, Gregor R, Komi P. Biomechanics of Sprint Running California: Sports Medicine; 2015.
15. Hoffman K. Stature, leg length, and stride frequency influence the energy-output during running. Arbeitsphysiologie USA: Track Technique; 1964.
16. Barreto-Andrade J, Villarroya-Aparicio A, Contreras-Calle T, Brito-Vásquez V, Loaiza-Dávila E. Biomecánica de la marcha atlética. Análisis de las presiones plantares durante su desarrollo, revisión actualizada. Lecturas: educación física y deportes. 2016 junio;21(217):1-9.
17. Ruiz J. Relación entre longitud de zancada y velocidad en dinosaurios y atletas. Madrid; 2008.
18. Gómez FB, Luna BC, Bailles AI, Montes BL, Moraga DR. Análisis de variables antropométricas y biomecánicas que influyen en la velocidad, de niños que practican fútbol entre 10 y 14 años del club Santiago Wanderers de Valparaíso. Motricidad Humana. 2011;12(2):32-6.
19. Redondo-Balboa F. Análisis biomecánico de la locomoción en niños de 6 a 16 años. Tesis de Máster. Jaén: Universidad de Jaén, Ciencias de la Actividad Física y Salud; 2017.
20. Espinel DA, Arjona OA. Estudio cinemático en la carrera de velocidad niños 11-12 años. Impetus. 2015;9(1):23-9.
21. López EJ. Pruebas de aptitud física Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.

Recibido: 2 de enero de 2018.

Aprobado: 8 de enero de 2018.

Oscar Andrés Orbe Yumisaca. Universidad Central del Ecuador. Colegio Gonzalo Zaldumbide. Ecuador.

Correo electrónico: superprofe82@hotmail.es