

Variables determinantes del rendimiento en la salida desde tacos en atletismo

Athletics performance variables in block start

López, J.L.¹

¹ Universidad de Vic (España)

Dirección de contacto

José Luis López: jl.lopez@uvic.cat

Fecha de recepción: 30 de marzo de 2008

Fecha de aceptación: 16 de octubre de 2008

RESUMEN

En el presente estudio se ha analizado la salida desde tacos en atletismo, mediante la creación de un sistema de medición instrumentalizado (Tacosnet), con el objetivo de determinar las variables más importantes en el rendimiento en carreras de 10 m. Se contó con una muestra de 113 atletas de elite y subelite y se analizaron 67 variables cuantitativas y cualitativas. Tras un análisis lineal discriminante se llega a la conclusión que las 3 variables más determinantes del rendimiento en este gesto motor son el pico máximo de fuerza en cada uno de los tacos y el tiempo del pie delantero en el taco.

Palabras clave: salida desde tacos, evaluación, atletismo, rendimiento, fuerza.

ABSTRACT

In the present study we have analyzed the starting blocks in athletics, by creating a measurement system instrumentalised (Tacosnet), in order to determine the most important variables in performance in 10 m races. It was a sample of 113 elite athletes and subelite and analyzed 67 quantitative and qualitative variables. After a linear discriminant analysis concludes that the 3 most influential variables in performance in this motor skill are the peak strength in each starting block and the time on the front foot block.

Key words: starting blocks, evaluation, athletics, performance, strength.

INTRODUCCIÓN

Debemos considerar la salida desde tacos en atletismo como una habilidad motora, es decir, una acción o una tarea que tiene un objetivo y que requiere del movimiento voluntario del cuerpo para lograrlo. A grandes rasgos, el propósito de la salida de velocidad es facilitar al atleta un desplazamiento eficaz hacia la dirección de la carrera.

Aunque con este estudio no se iba a describir por primera vez la curva fuerza-tiempo en los tacos de salida (se ha estudiado desde 1934, por parte de Kistler), las anteriores investigaciones no nos servían de mucho. Por una parte, la mayoría de los estudios se han realizado en condiciones de laboratorio, con pocos atletas, casi nunca de alto nivel, y desde luego no se había llevado a cabo ninguna investigación de este tipo con atletas españoles, aunque sí existía una demanda por parte de nuestros entrenadores por conocer los datos relativos a la salida de sus atletas.

A partir del Campeonato del Mundo de 1995, en Goteborg, ese problema parecía solucionarse, pues desde entonces la marca de cronometraje Seiko facilita los datos de la fuerza ejercida en los tacos por todos los participantes, si bien no es fácil conseguirlos, pues no se publican. Pero para nosotros es una información insuficiente, pues sólo presenta una curva fuerza-tiempo, sin distinguir entre uno u otro taco (el sensor está situado en el eje), la curva se rompe por arriba si la fuerza ejercida es mayor de 125 kg (habitual en la mayoría de hombres) y no se dan datos numéricos concretos.

Se trata de analizar cuáles son los factores biomecánicos de eficacia más relevantes, medidos mediante la sincronización temporal de tres registros (sensores de fuerza piezoeléctricos, célula fotoeléctrica y videografía de alta velocidad), que determinen la mejor acción de salida en los tacos de atletismo y la marca realizada en una meta situada a 10 m. Se trata, pues, de optimizar la salida de tacos.

Si presentamos el problema en forma de pregunta, podemos hablar de ¿cómo optimizar la salida de tacos en atletismo? o ¿qué variables son determinantes para optimizar la salida de tacos en atletismo?

Por tanto, se ha estudiado un problema que no es original, la optimización de la salida de tacos, pero con técnicas originales: la creación de un nuevo sistema de valoración de la salida. Además, presentamos también la originalidad de tratar el problema de la salida con velocistas españoles de alto nivel.

Las variables que describen la fuerza ejercida en los tacos, y especialmente el pico de máxima fuerza aplicada por el atleta en los mismos, son los factores más determinantes y que mejor contribuyen a explicar una buena puesta en acción hasta 10 m.

Se trata, pues, de una hipótesis operacional, empíricamente contrastable tras la recogida de datos y la posterior aplicación de técnicas de análisis estadístico.

MÉTODO

Una vez seleccionado el problema de estudio, la optimización de la salida de tacos en atletismo, y construida la hipótesis, el siguiente paso ha sido ponerla a prueba mediante estrategias de investigación adecuadas, caracterizadas por la definición de una variable dependiente de estudio (el tiempo a 10 m tras la salida de tacos), la selección de una muestra (103 atletas de diferente nivel) y el control de la medida (mediante la creación de un sistema de tacos instrumentalizado al que hemos llamado Tacosnet y la realización de unos tests de salidas), todo ello con el objeto de contrastar finalmente la hipótesis con los datos reales.

Fueron seleccionados para participar en la investigación 113 atletas velocistas españoles o extranjeros residentes en España (60 hombres y 53 mujeres), de elite (nivel 1) o subelite (nivel 2), que cumplieron unos requisitos de inclusión. De la muestra, 106 son españoles, 3 nigerianos, y 1 de Paraguay, Portugal, Cuba y Ecuador.

Para pertenecer al nivel 1 (elite) se consideró como criterio de inclusión de los sujetos que hayan acreditado en el momento de realizar los tests la marca mínima de participación en el Campeonato de España absoluto al aire libre 2005.

Según estos criterios de inclusión, y guiándonos por el ranking español absoluto de la temporada 2003-2004 en la prueba de 100 m, la población del grupo de nivel 1 (elite) es de 36 hombres y 47 mujeres (total 83 atletas). En nuestra muestra figuran en ese grupo 65 atletas, es decir un 78,3 %, lo que consideramos bastante representativo.

Estos 43 atletas representan un 67,18 % de la población total de 64 atletas finalistas en los Campeonatos de España absolutos 2003 y 2004 en 100 m y 200 m, un 58,3 % de los medallistas y un 87,5 % de los campeones, lo que reafirma nuevamente la representatividad de la muestra. Además contamos en la muestra con otros campeones y medallistas de otras pruebas, más la presencia del subcampeón olímpico de 100 m en Atenas 2004 Francis Obikwelu.

Los tests se realizaron entre 2003 y 2005 en 3 situaciones diferentes: Calentamiento de competición (Campeonatos de España absolutos al aire libre Jerez 2003 y Almería 2004); Entrenamientos (Madrid, Barcelona, Valencia, Amposta, Lloret de Mar, Vilanova i la Geltrú y Vic); Competición (Campeonato de Cataluña absoluto en pista cubierta, Vilafranca del Penedés 2005).

Todos los atletas realizaron entre 1 y 6 salidas por día, en función de sus deseos, seleccionándose para el

análisis estadístico de esta investigación la que presentaba la mejor marca en la meta situada a 10 m de la salida, siempre que la salida fuera válida.

El análisis de los resultados de los tests se basó en 67 variables, cuantitativas y cualitativas. Se han agrupado las variables en datos cronológicos, antropométricos, de fuerza, tiempo, espacio, velocidad, ángulos y datos técnicos de observación de la salida.

En otro orden de cosas, cabe decir, que una de las partes fundamentales de esta investigación era la creación de un sistema de tacos de salida de atletismo instrumentalizados. Para ello, se partió de la base de unos tacos de salida convencionales (Mondo AC010) a los que se incorporaron dos sensores de fuerza piezoeléctricos, siendo calibrado el sistema por el INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial). Para completar la información que nos podían dar los tacos instrumentalizados, se añadió al sistema un simulador de disparo (bocina), una célula fotoeléctrica y una microcámara de alta velocidad. Las dos características principales que buscamos en el sistema es que todas las señales estuvieran sincronizadas y que fuera fácilmente transportable, pudiéndose utilizar en cualquier pista de atletismo, sin que el atleta se sintiera incómodo al realizar la salida.

La medición de fuerza que se realiza con este sistema es de forma individual en cada taco y en la perpendicular de su superficie móvil de apoyo. Así obtenemos la información de fuerza independientemente al ángulo seleccionado por el atleta.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS para Windows, versión 11.0.1.

La secuencia metodológica empleada fue la siguiente: calidad de los datos, descripción de las variables, Chi-cuadrado de Pearson, T de Student para datos independientes, correlaciones bivariadas, regresión lineal,

análisis factorial, análisis discriminante, consistencia interna y evaluación de la fiabilidad del modelo.

Mediante el análisis lineal discriminante (LDA) que-remos hacer un estudio de validez predictiva. Es decir, se trata de determinar si cada uno de los factores o variables tiene capacidad para diferenciar los sujetos que corren más de los que corren menos, en el test de salidas desde tacos hasta 10 m.

RESULTADOS

Al realizarse la asociación lineal entre dos variables continuas, se encontraron correlaciones significativas al nivel 0,01 del tiempo a meta situada a 10 m con 25 variables del total de la muestra; 16 variables en hombres y 12 en mujeres; 24 variables en el nivel 1 (elite) y 17 en el nivel 2 (subelite); y 24 variable en la categoría promesa / senior y 17 en la categoría infantil / cadete / juvenil / júnior.

De entre todas estas correlaciones destacan especialmente las referidas al factor fuerza, por lo que podemos confirmar totalmente la hipótesis de que las variables que describen la fuerza ejercida en los tacos, y especialmente el pico de máxima fuerza aplicada por el atleta en los mismos, son los factores más determinantes y que mejor contribuyen a explicar una buena puesta en acción hasta 10 m.

Realizado un análisis lineal discriminante (LDA), observamos que las tres variables que mejor explican el tiempo a meta en 10 m son el pico máximo de fuerza en cada uno de los tacos ($-.626^{**}$ y $-.653^{**}$) y el tiempo del pie delantero en el taco ($.681^{**}$). Así, lo ideal es el mayor pico máximo de fuerza en ambos tacos y el menor tiempo del pie delantero en el taco.

DISCUSIÓN

El único estudio de impacto publicado que realiza un análisis lineal discriminante para identificar parámetros que pudieran explicar la ejecución en los tacos de salida es el de Fortier et al. (2005). Por tanto, teniendo en cuenta que nuestro estudio es prácticamente co-etáneo (los tests de salidas incluso se comenzaron a realizar antes, en 2003) y que la muestra y las variables observadas son en nuestro caso mucho mayores, justificamos una vez más la importancia y originalidad de esta investigación.

Su experimentación con 12 velocistas tenía como objetivo examinar si los parámetros cinéticos y cinemáticos de la salida de velocidad hasta 10 m de carrera podrían diferenciar a los velocistas masculinos de elite ($< 10''70$ en 100 m) y subelite ($> 10''71$ en 100 m), para lo que llevaron a cabo un análisis lineal discriminante (LDA). Así podrían identificar qué variables son determinantes en la salida de tacos.

Al igual que nosotros, Fortier et al. (2005) utilizaron



Figura 1. Momento de la acción de la salida, en la posición de "listos", donde se observa la sincronización de imagen, tiempo y fuerza ejercida en cada uno de los tacos.

unos tacos instrumentalizados, que llevaron a la pista, más cámaras de alta velocidad, células fotoeléctricas y el análisis de todos los parámetros cinéticos mediante un software. Como referencia, tomaron el tiempo a los 4 m de carrera.

Tras el análisis lineal discriminante, el modelo de 10 variables significativas observadas se redujo a 4: diferencia temporal entre el final de aplicación de fuerza del taco trasero y el delantero (ms), pico de máxima fuerza del taco trasero (N), tiempo total de los pies en ambos tacos (ms) y tiempo al pico máximo de fuerza en el taco trasero (ms). Estos parámetros fueron los principales responsables de la ejecución en la salida de tacos y del resultado total de la carrera (tomando la mejor marca en 4 m)

En nuestro estudio, coincidimos en la variable pico máximo de fuerza en el taco trasero. Pero encontramos también una relación con las otras variables, ya que el tiempo del pie delantero en el taco también participa del tiempo total de los pies en ambos tacos.

CONCLUSIONES

Tras la aplicación de técnicas estadísticas multivariantes, observamos que las variables que mejor explican el tiempo a meta, situada a 10 m, son el pico máximo de fuerza ejercida por el atleta en cada uno de los tacos y tiempo del pie delantero en el taco, lo que significa que a mayor fuerza ejercida en cada uno de los tacos y menor tiempo del pie delantero en el taco, mejor marca a los 10 metros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fortier, S., Basset, F.A., Mbourou, G.A., Favérial, J., Teasdale, N. (2005). Starting block performance in sprinters: a statistical method for identifying discriminative parameters of the performance and an analysis of the effect of providing feedback over a 6-week period. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4, 134-143.
- Kistler, J.W. (1934). A study of the distribution of force exerted upon the blocks in starting the sprint from various starting positions. *Research Quarterly*, 5, 27-32.