

Modelo de informe de análisis cinemático en una carrera de 110m vallas

A. GARCÍA-FOGEDA HERRERA, S. MATAS.

Laboratorio de Biomecánica del Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña.
Centro de Lleida.

Resumen

El objetivo de este estudio es mostrar un tipo de informe técnico - biomecánico con una metodología sencilla, para analizar la técnica individual de un corredor de 110 m vallas (extensible a otras especialidades atléticas). Este informe está orientado al entrenador, y pretendemos que en él, se destaquen los aspectos más importantes de cada actuación.

Los resultados del informe, se muestran en forma de fotoseriación de los eventos más importantes, y en tablas donde se pueden ver los tiempos de apoyo, los tiempos de vuelo, las longitudes de ataque, y de aterrizaje, y las velocidades medias entre zancadas, entre vallas.

Palabras clave: 110m vallas, cinemática, técnica análisis 2-D.

Introducción

El objetivo de este estudio es mostrar un tipo de informe técnico - biomecánico con una metodología sencilla, para analizar la técnica individual de un corredor de 110 m vallas (extensible a otras especialidades atléticas). Este informe está orientado al entrenador, y pretendemos que en él se destaquen los aspectos más importantes de cada actuación. Este informe biomecánico pretendemos que sea muy visual, de fácil comprensión y que contenga la información de los parámetros mecánicos que definan la eficacia de la ejecución. El material necesario para llevar a cabo todo el proceso, creemos que es asequible, y el grado de dificultad técnica para realizar los informes es mínimo, por lo que cualquier técnico puede encontrar en este trabajo una herramienta útil para su desarrollo profesional. Los modelos técnicos y biomecánicos descritos en la bibliografía internacional son obtenidos generalmente de la elite mundial, (Salo, Grimshaw y Viltasalo ; Salo, Grimshaw, y Marar, 1997; y McDonald, y Dapena 1991) y contienen gran cantidad de datos, cinemáticos y dinámicos muy útiles desde el punto de vista de la investigación, pero que desgraciadamente no dan respuesta en la mayoría

de los casos, a los problemas que se plantean día a día los entrenadores. Además estos trabajos normalmente se hacen siguiendo estrictos protocolos de medición, con equipos muy sofisticados y caros que no se encuentran al alcance de la mayor parte de los técnicos. Desgraciadamente muchos de los análisis cuantitativos, requieren como se ha comentado anteriormente sofisticados equipos de medición, y una gran preparación técnica de los operadores, con el inconveniente añadido del tiempo transcurrido desde que se inicia un proceso hasta el momento en que los datos están en manos del entrenador. Esto ha provocado generalmente que la mayor parte de los análisis técnicos realizados a atletas sean de tipo cualitativo, con los inconvenientes que acarrea este tipo de análisis, derivados fundamentalmente de la subjetividad y de la falta de consistencia. En muchos casos en los análisis cualitativos, prevalecen «las sensaciones» a los datos objetivos recogidos con cualquier equipo de medición. En carreras uno de los parámetros más importantes a medir es el tiempo, que a primera vista, es de fácil medición, y los equipos de medición son baratos. El problema se complica, cuando pretendemos medir tiempos parciales y o de corta duración, y además que estas mediciones sean exactas y fiables. Mi experiencia me dice que los errores relativos de mediciones de tiempos cortos tomados manualmente, son muy grandes. Cuanto mayor es el nivel deportivo de un atleta, la mejora

Correspondencia:

A. García-Fogeda Herrera: agfogeda@inefc.es
S. Matas: mataspetit@hotmail.com

de la marca de este es más difícil de conseguir, y en algunos casos la mejora puede venir después de realizarse análisis técnicos o biomecánicos sobre el gesto. Este debe ser el umbral del análisis cualitativo al cuantitativo, pero desgraciadamente, en la mayor parte de los casos no poseemos ni material ni conocimientos para realizar este tipo de análisis. La tecnología audiovisual, está evolucionando rapidísimamente, y teniendo en cuenta que estas tecnologías deben ser para el estudio de la motricidad tan importante, como lo es el microscopio para el biólogo, no debemos dejar pasar ni un segundo más para rentabilizar el potencial que hoy día nos ofrecen, a unos precios razonables. De la mano del video, podemos obtener la medición del tiempo tanta veces como se desee, con una precisión de 0,02 s, en un tiempo relativamente corto desde la ejecución hasta la obtención de los datos. Esta tecnología ya ha sido usada en diversas especialidades deportivas como atletismo (Ferro et al, 2001; Brüggeman, 1997), natación (Arellano, 1994), y esquí (García-Fogeda 2003) entre otras. Ahora se trata de establecer la metodología, que nos permita extraer la máxima información útil de las filmaciones de video, con un proceso simplificado y asequible para muchos técnicos deportivos.

Metodología

El material utilizado fueron cuatro cámaras de video domestico, dos digitales Canon XL1 y dos analógicas Sony , todas ellas con posibilidad de realizar el enfoque manual, y de regular el tiempo de exposición. Cuatro trípodes, un ordenador PC con tarjeta capturadora de video Pinnacle, y los programas informáticos ATD (Análisis de la técnica), el Adobe Premiere, y el Excell y el Word de Microsoft. También se utilizó una recta de una pista de atletismo, unos tacos de salida, y cinco vallas. El atleta analizado fue Jackson Quiñones (Ecuador) con un peso de 87 kg y una talla de 1,89 m. El primer paso fue conocer, cuales eran los indicadores técnicos más importantes, susceptibles de ser medidos (Hay, 1981). Estos indicadores técnicos fueron propuestos por la entrenadora. En nuestro caso y después de realizar diversas reuniones con la responsable técnica del atleta a estudiar, determinamos que la información deseada, era un análisis espacio-temporal de la carrera entre la segunda y la quinta valla de una carrera de 110 m vallas, ya que tanto el atleta como la entrenadora, tenían la sensación de que existían cambios en la velocidad entre cada una de las vallas, y se quería encontrar una relación causa-efecto entre los

cambios de tiempo invertidos entre cada valla, y los posibles cambios en las longitudes de zancada, tiempos de apoyo y tiempo de vuelo. Para la realización de este tipo de análisis espacio-temporal, creímos conveniente la utilización de un método indirecto de medición del espacio y del tiempo. La técnica instrumental escogida fue la fotogrametría 2D. (Miller y Nelson, 1976). Se grabaron cuatro series simulando una carrera de 110 m vallas en una sesión de entrenamiento. Solo se corrieron aproximadamente unos 70 m en cada serie, y la distancia entre vallas fue de 9 m. Para realizar la grabación se utilizaron cuatro cámaras de video colocadas sobre sus correspondientes trípodes. Las cámaras se colocaron a una distancia de unos 100 m del plano donde se efectuaba la carrera, y el eje óptico de estas cámaras estaba perpendicular a dicho plano. Tres de las cámaras se encontraban totalmente estacionarias, una en el centro del espacio comprendido entre la segunda y la tercera valla, otra en el centro del espacio entre la tercera y la cuarta valla, y la tercera cámara en el centro del espacio entre la cuarta y la quinta valla. Todas ellas se encontraban niveladas, enfocadas en el plano de ejecución, y con un tiempo de exposición de 1/500". La longitud del plano de filmación de cada cámara fue de unos 14 m, de tal manera que cámara uno, filmaba un espacio comprendido aproximadamente entre tres metros antes de la segunda valla y de tres metros después de la tercera valla. La segunda cámara filmaba el espacio comprendido aproximadamente entre tres metros antes de la tercera valla y de tres metros después de la cuarta valla. La tercera cámara filmaba el espacio comprendido aproximadamente entre tres metros antes de la cuarta valla y de tres metros después de la quinta valla. La cuarta cámara también se enfoco en el plano de ejecución y se reguló el tiempo de exposición a 1/500. Se colocó sobre un trípode en el centro de todo el recorrido de la carrera, y con ella se realizó un barrido horizontal de todo el recorrido, filmado aproximadamente con un espacio visual fijo de unos 5 m. Los sistemas de referencias y objetos controles, utilizados para la calibración del espacio, fueron las mismas vallas (9 x 1.06 m), para la cámara 1, las vallas 2 y 3, para la cámara 2, las valla 3 y 4, para la cámara 3 las vallas 4 y 5. Para la cámara 4, no utilizó ninguna referencia espacial ya que con ella se barrió el espacio, y los datos obtenidos de esta cámaras solo sirvieron para verificar los tiempos obtenidos con las otras cámaras. Las secuencias de video, fueron transformadas en secuencias de imágenes BMP.

En estas secuencias, se podía identificar la imagen inicial para el análisis de la serie 1 en el fotograma 4 y el final en el 192. La imagen inicial de la serie 2 fue la 3 y la final la 191. La imagen inicial de la serie 3 fue la 1 y la final la 189, y en la serie 4 la imagen inicial fue la 2 y la final la 192. De cada una de las cámaras 1, 2, 3, y 4, se seleccionaron las imágenes que correspondían al aterrizaje y despegue de cada pie, para realizar la fotoseriación de estos instantes de toda la carrera. Estas mismas imágenes se utilizaron para medir la longitud de cada zancada, y para contabilizar el número de fotogramas a que correspondía estos eventos con el fin de medir el tiempo de contacto y los tiempos de vuelos. Para medir las distancias de ataque, de aterrizaje, y las distancias entre cada zancada, se utilizó el programa ATD «Análisis de técnica deportiva». Todas las mediciones obtenidas fueron traspasadas a la hoja de cálculo Excel, con las que se realizaron los cálculos cinemáticos.

Resultados

Los resultados se muestran en forma de fotoseriación de los eventos, (Figura 1)

correspondientes a una única valla, en esta caso la primera, en la que se identifica el número de fotograma a que corresponde este evento, y el tiempo relativo al primer evento. No obstante, al entrenador se le remitieron los datos de todas las vallas. También se muestran resultados en forma de tablas. La nº 1, contiene los datos de:

- Nº de fotograma de cada una de las series en columnas, en las que se puede identificar el evento aterrizaje del pie después de pasar la valla, en la casilla coloreada en verde.

- Velocidades. En la columna Velc., se pueden ver casillas coloreadas en rojo, que identifican el aterrizaje de un pie, y casillas en verde, que identifican el despegue del pie correspondiente. Los números encima de los colores rojos, corresponden a la velocidad media de la cadera derecha, entre dos aterrizajes sucesivos. Los números ubicados en las casillas anteriores a los pasos de vallas, muestran el tiempo empleado entre cada valla. Los números ubicados en las casillas posteriores a los pasos de vallas, nos muestran la velocidad media de la cadera derecha entre cada valla.

La tabla nº 2, muestra la longitud de cada zancada en cada una de las series.

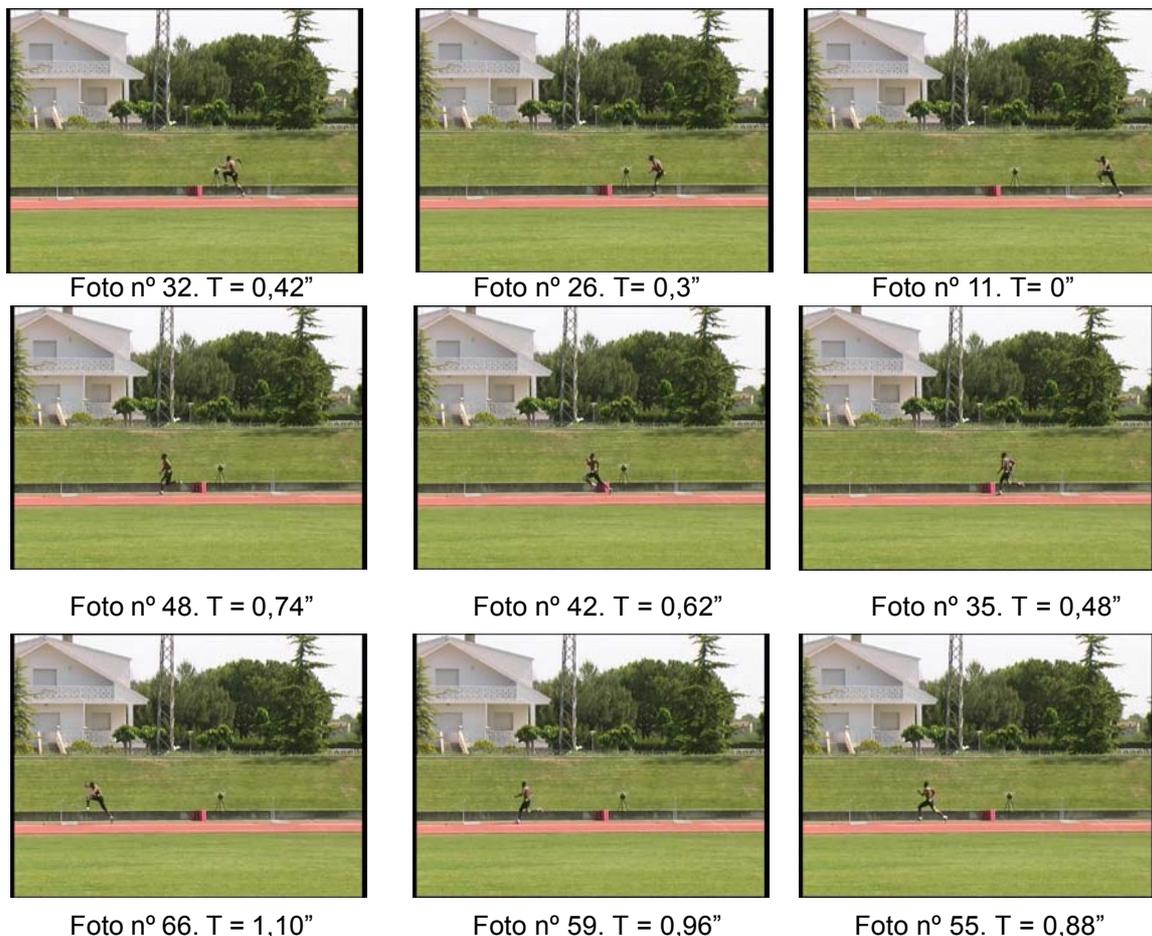


Figura 1. Fotoseriación

1ª SERIE		2ª SERIE		3ª SERIE		4ª SERIE	
Nº foto	Vel.	Nº foto	Vel.	Nº foto	Vel.	Nº foto	Vel.
0							
3		2		0		1	
4		3		1		2	
11		10		8		9	
26	8,27	25	8,29	23	8,3	24	8,35
31		30		28		29	
32		31		29		30	
35	8,75	34	8,8	32	8,75	33	8,71
41		40		38		39	
42		41		39		40	
48	7,98	47	8,06	45	7,93	46	8,05
54		53		51		52	
55		54		52		53	
57		56	8,45	54		55	
59	8,5	58		56	8,57	57	8,5
66		65		63		64	
80	1,1	79	1,1	77	1,1	78	1,1
81	7,81	80	7,85	78	7,79	79	7,81
82	8,28	81	8,15	79	8,13	80	8,15
86		85		83		84	
87		86		84		85	
90	9,17	89	9,13	87	8,64	88	8,74
96		95		93		94	
97		96		94		95	
103	6,57	102	7,42	100	7,88	101	7,56
109		108		106		107	
110		109		107		108	
114	8,9	113	8,18	111	9	112	8,16
120		119		117		118	
121		120		118		119	
122		121		119		120	
135	1,1	134	1,1	132		133	1,1
136	7,55	135	7,74	133	1,12	134	8,01
137	8,16	136	8,16	134	7,57	135	8,13
138		137		135	8,1	136	
141		140		138		139	
142		141		139		140	
144		143		141		142	8,32
145	8,36	144	8,45	142	8,39	143	
151		150		148		149	
152		151		149		150	
153		152		150		151	
157		156	7,88	154		155	
158	7,74	157		155		156	7,72
159		158		156		157	
160		159		157	7,74	158	
164		163		161		162	
165		164		162		163	
169	8,5	168	8,49	166		167	8,74
170		169		167	8,68	168	
176		175		173		174	
177		176		174		175	
190		189	1,1	187		188	1,1
191	1,12	190	7,66	188	1,1	189	8,04
192	8,15	191	8,16	189	8,08	190	8,14
	Contacto pie suelo						
	Depegue pie suelo						
	Contacto pie suelo despues de pasar la valla						

Tabla nº 1

Discusión y conclusiones

Este tipo de informe personalizado, que por su sencillez y rapidez, es posible realizarlo en menos de 24 h, ha permitido a la entrenadora de este atleta, descartar errores que tanto el atleta como ella creían que estaban cometiendo durante la carrera.

El hecho de entregar el estudio con la fotoseriación completa del movimiento, permite tanto a la entrenadora como al corredor, poder observar gestos técnicos del atleta, como por ejemplo la posición en el instante de atacar la valla, si se hunde la cadera en la recepción o entre vallas, etc.

Para el atleta ha supuesto un *foot-back* importante, con una afirmación de los aspectos técnicos bien realizados, y un cambio de actitud

ante la corrección de los errores que se han podido identificar.

La metodología de medición utilizada en este trabajo, creemos que puede ser simplificada mucho más, de tal forma que con una única cámara, se puedan llegar a conseguir los mismos datos que en este trabajo pero de todo el recorrido de la carrera (110 m)

Creemos que este tipo de informes en dos dimensiones, con la medición de parámetros mecánicos simples y directos, solicitados directamente por el entrenador, y con las adaptaciones pertinentes en función de la especialidad atlética que se desee estudiar, tienen un gran futuro, y deben ser la punta de lanza para la introducción de otros tipos de análisis más complejos y completos en el mundo del atletismo.

Long zancada			
1ª Serie	2ª Serie	3ª Serie	4ª Serie
2,16	2,1	2,08	2
1,23	1,23	1,13	1,37
1,6	1,59	1,74	1,63
2,1	2,2	2,08	2,1
1,92	1,9	2	1,94
2,08	2	2,04	1,98
1,28	1,27	1,23	1,39
1,59	1,6	1,68	1,55
2,11	2,16	2,08	2,12
1,87	1,89	2,05	1,92
2,1	2,05	2	2,06
1,24	1,29	1,27	1,23
1,56	1,54	1,64	1,57
2,09	2,13	2,12	2,1
1,97	1,92	2,04	1,98
2,13	2,04	2	2
1,19	1,2	1,32	1,2
	Dist. Ataque		
	Dist. Aterrizaje		

Tabla nº 2

Bibliografía

1. **Arellano, R.** «El análisis cinemático de la competición. Su utilización en el entrenamiento». N-S-W, 1994, XVI (1), 24-35.
2. **Brüggeman, G.P.; Koszewski, D.; Müller, H.** «Biomechanical research project Athens 1997 final report». Meyer & Meyer sport Uk. 1997.
3. **Ferro, A.; Rivera, A. Pagola, I.; Ferreruella, M.; Martín, A.; García, F.; Rocandio, V.** «Las carreras de velocidad en el Campeonato del Mundo de Sevilla'99. Análisis biomecánico de la competición». En Campos, J. Biomecánica y deporte. Valencia. Ayuntamiento de Valencia. 139-198. 2001.
4. **García-Fogeda, A.** (2003) Modelo de análisis del rendimiento en una prueba de esquí alpino –La final Olímpica de Salt Lake City de slalom gigante femenino-. Segundo Congreso internacional de ciencias de la actividad física y el deporte. Granada
5. **Hay, J.G.** (1980) Biomécanique des techniques sportives. Paris: Vigot
6. **McDonald, G. & Dapena. J.** (1991). Linear kinematics of the men's 110-m and women's 100-m hurdles races. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23 (12), 1382-1391.
7. **Miller, D., Nelson, R.** (1976) Biomechanics of the sport. Philadelphia: Lea & Febiger
8. **Saló, A., Grimshaw P.N. & Marar. L.** (1997). The 3-0 biomechanical analysis of sprint hurdles at different competitive levels. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29 (2), 231-237.
9. **Saló, A., Grimshaw, P.N. & Viltasalo, J.** The Use of Motion Analysis as a Coaching Aid to Improve the Individual Technique in Sprint hurdles. <http://www.coachesinfo.com/article/215>.