

SHFT

el primer entrenador de running virtual

SHFT es el primer entrenador de *running* virtual del mundo. Gracias a un sistema de sensores inteligentes, SHFT mide con precisión y analiza 12 parámetros biomecánicos y cinemáticos y transforma los datos en *feedback* en tiempo real que puedes escuchar mientras corres. Su hardware inteligente interpreta y triangula los datos obtenidos a través de dos sensores, uno situado en el pecho y otro en el pie.

Vicent Beltrán Alcalá Graduado en CC. de la Actividad Física y el Deporte. Entrenador del BTeam. Facilitador de los cursos de formación de la ITU – info@vicentbeltran.com www.thebteam.es
Fotos SHFT

Interpretación de los datos obtenidos con SHFT

El objetivo de este artículo es el de acercar al usuario a la interpretación de los datos y compararlos con los registros obtenidos en diferentes estudios científicos con atletas élite en la disciplina de triatlón. Los resultados obtenidos en cada entrenamiento deben ser analizados y relacionados entre ellos y no de manera aislada.

Ritmo

El ritmo es medido en minutos por kilómetro (min/km). La tabla 1 muestra los parciales más rápidos y más lentos obtenidos por los atletas que finalizaron en el *top10* tanto en categoría élite masculina como élite femenina durante las WTS 2016.

Para poder optar al *top10* en una WTS, teniendo en cuenta que el triatleta realiza un buen sector de natación y se baja a correr en el grupo cabecero, hay que correr entre 2:51 y 3:18 por km en la categoría élite masculina y entre 3:13 y 3:44 en élite femenina.

Potencia (w)

La potencia producida por un corredor es la cantidad total de energía utilizada por unidad de tiempo basándose en las medidas a través de la aceleración, la velocidad y el peso del sujeto. El resultado que aparece en el informe es el valor medio de los vatios obtenidos en la sesión. Para ampliar esta información es necesario acceder al apartado de potencia donde podrás ver todos los regis-

Top10	WTS	Distancia	Élite masculina			Élite femenina		
			Tiempo total	Tiempo por km	Velocidad (Km/h)	Tiempo total	Tiempo por km	Velocidad (Km/h)
Parcial más rápido	Hamburgo	5km	00:14:17	02:51.4	21.00	00:16:17	03:15.4	18.42
Parcial más lento	Edmonton	5km	00:15:26	03:05.2	19.44	00:17:20	03:28.0	17.31
Parcial más rápido	Yokohama	10km	00:29:26	02:56.6	20.39	00:32:15	03:13.5	18.60
Parcial más lento	Leeds	10km	00:33:06	03:18.6	18.13	00:37:27	03:44.7	16.02



Los resultados obtenidos en cada entrenamiento deben ser analizados y relacionados entre ellos y no de manera aislada.

el entrenamiento. De momento no hay datos publicados en triatletas élite.

Frecuencia de zancada (pasos por minuto)

Los pasos por minuto son medidos por SHFT como el número total de pasos realizados por ambas piernas (derecha e izquierda) por minuto. La frecuencia de zancada y la longitud de zancada son datos que dependen el uno del otro y definen la velocidad de carrera. Si la velocidad se mantiene constante y se incrementa la frecuencia de zancada, se producirá una disminución de la longitud de zancada, y si por el contrario incrementamos la longitud de zancada, se producirá una reducción de la frecuencia de zancada (Moore, 2016).

En un estudio realizado por Cala y cols. (2009) durante la Madrid 2006 BG Triathlon World Cup se analizaron la frecuencia y la longitud de zancada de los 10 primeros clasificados en la categoría élite masculina y femenina. Los resultados obtenidos con la categoría masculina muestran una clara reducción de la frecuencia de zan-

cada (medida en ciclos/minuto, siendo el ciclo desde el primer contacto del pie derecho con el suelo hasta el siguiente contacto del mismo pie) a medida que se completaban las vueltas al circuito (ver tabla 2). Estos datos coinciden con los obtenidos en otra investigación más reciente que se realizó con los triatletas que corrieron el campeonato del mundo de triatlón en 2012 (Sheerin, Pearson, & Cross, 2013). La frecuencia de zancada, al igual que la velocidad, es un valor que no se mantiene estable durante toda la prueba. Algunos estudios sugieren que la frecuencia de zancada óptima para corredores y triatletas está entre 180 y 190 pasos por minuto. Frecuencias de zancadas inferiores a 170 pasos por minuto afectan negativamente a la economía de carrera (Moore, 2016).

Longitud de la zancada

No parece haber un consenso sobre la distancia óptima de zancada que pueda contribuir en la mejora del rendimiento del triatleta. En cambio, sí que se han demostrado efectos negativos para la economía de carrera cuan-

do durante ésta, el pie aterriza más lejos de la línea vertical que pasa por la rodilla. Este gesto también genera mayores fuerzas de frenado del pie.

Ángulo de aterrizaje del pie

El ángulo de aterrizaje del pie se mide en grados. Cuando se aterriza con el talón el valor aparece en negativo y cuando se aterriza con mediopié o con el metatarso el valor se da en positivo. Al realizar una activación previa de los músculos antes de que el pie entre en contacto con el suelo, en inglés «muscle tuning», se consigue aumentar la rigidez del complejo músculo-tendón, lo que podría mejorar la generación de fuerza muscular a través del ciclo de Estiramiento-Acortamiento (SSC) (Moore, 2016). Siguiendo esta teoría diremos que todo registro negativo obtenido en nuestras sesiones será un factor que podrá afectar negativamente nuestro rendimiento deportivo.

Ángulo de despegue del pie

El ángulo de despegue del pie mide grados en

el momento que el pie pierde el contacto con el suelo. Una teoría que parece contar con el consenso de la comunidad científica es la de no flexionar totalmente la pierna que realiza la acción de propulsión en el momento en el que el pie despegar del suelo. Queda demostrado que esta técnica mejora la economía de carrera. Esto se puede lograr a través de una menor flexión plantar del pie y/o una menor extensión de la rodilla en el punto donde el atleta termina de apoyar el pie con el suelo (Moore, 2016).

Tiempo de contacto

La biomecánica de la carrera a pie durante la fase de contacto con el suelo juega un papel muy importante en la fase de propulsión de la zancada y tiene una fuerte relación con la economía de carrera. Es beneficioso para el triatleta disminuir la cantidad de velocidad perdida por el cuerpo cuando el pie entra en contacto con el suelo (Moore, 2016). En aquellas competiciones donde se ha medido el tiempo de contacto del pie se encontraron valores similares en ambas categorías.

Tiempo de vuelo

Cuando el pie está en el aire no se produce ningún tipo de propulsión que nos ayude a desplazarnos hacia delante. Se recomienda por tanto que este valor no sea muy alto. En ejercicios donde la velocidad requerida se situaba en el 95% de la velocidad asociada con el consumo máximo de oxígeno, el tiempo de vuelo fue de 144 a 132 milisegundos. Muchas investigaciones muestran que los valores descienden a medida que avanza la prueba.

Oscilaciones verticales del cuerpo

Es importante desplazar al cuerpo en el plano

horizontal y evitar desplazamientos en el plano vertical tanto como sea posible. Un exceso en las oscilaciones verticales puede llevar a un incremento del $VO_2\max$ para una misma velocidad de carrera. Cuando se realizan esfuerzos máximos las oscilaciones verticales tienden a aumentar (Moore, 2016). Algunos estudios han encontrado diferencias significativas entre las oscilaciones verticales producidas por los hombres a las generadas por las mujeres (ver tabla 2).

Tipo de pisada

El tipo de pisada ha sido considerado como un factor modificable que afecta directamente a la economía de carrera. Algunos investigadores sugieren que el apoyo con el metatarso es el tipo de pisada más económico. Pues bien, la evidencia científica revisada hasta la fecha desmiente esta afirmación, son numerosos los estudios que han evaluado la economía de carrera y no han encontrado diferencias significativas entre los sujetos que adoptaron una técnica de carrera con apoyo en el metatarso o mediopié con aquellos que corrieron «de talón». Destacar que los test de evaluación de la economía de carrera se realizaron a varias velocidades (Moore, 2016). Apoyos con el talón generan tiempos de contacto con el suelo mayores que apoyos de metatarso o mediopié. Es importante destacar que estas investigaciones se centraron exclusivamente en el análisis de la economía de carrera, y no en las posibles consecuencias que pueda tener largo plazo cada tipo de pisada.

Fuerzas G de apoyo

Fuerza G de apoyo es la fuerza máxima de impacto normalizada hacia arriba a través del

cuerpo desde el momento en que el pie golpea el suelo hasta que el pie queda plano. Este parámetro puede verse afectado por el tipo de superficie por donde se realice la carrera al igual que por el tipo de calzado que se utilice.

Fuerzas de frenado de la zancada

SHFT mide la deceleración del cuerpo a través del POD del pecho en cada zancada. Por ejemplo, se mide la cantidad de movimiento al avance que se pierde durante la fase de aterrizaje. Generar este tipo de fuerzas trae consigo efectos negativos para el rendimiento del triatleta. La producción de este tipo de fuerzas está directamente relacionada con la distancia a la que el pie entra en contacto con el suelo delante de la cadera o en la línea vertical que pasa por la rodilla. Según establece un estudio realizado por Lieberman y cols. (2015) correr con una longitud de zancada demasiado larga puede originar fuerzas de frenado más altas. Será prioridad para el atleta entonces disminuir la distancia horizontal entre el centro de gravedad y el pie en el momento inicial que contacta con el suelo, ya que adoptando esta posición se reduce considerablemente el pico de frenado y la pérdida de velocidad en carrera (Moore, 2016). Cuando no se mantiene una velocidad constante y el cuerpo es sometido a continuos cambios (aceleraciones y desaceleraciones) el coste metabólico aumenta viendo afectada negativamente la economía de carrera. Por lo tanto, el objetivo del triatleta será obtener valores muy bajos en este apartado.

Aplicaciones prácticas

En este apartado vamos tratar de dar algunos consejos para poder maximizar el entrenamiento a través del uso del SHFT:

SHFT mide también la cantidad de movimiento al avance que se pierde durante la fase de aterrizaje.



Ritmo								
		Distancia	Tiempo total		Tiempo por km		v Km/h	
Élite masculina		5km	0:14:17	0:15:26	02:51,4	03:05,2	19,44	21
		10km	0:29:26	0:33:06	02:56,6	03:18,6	18,13	20,39
Élite femenina		5km	0:16:17	0:17:20	03:15,4	03:28,0	17,31	18,42
		10km	0:32:15	0:37:27	03:13,5	03:44,7	16,02	18,6
Frecuencia de zancada								
			Ciclos/min				Pasos/min	
Élite masculina			90	93	Elite masculina		186	191
Élite femenina			94	97	Elite femenina			
Longitud de zancada								
			Metros				Pasos/min	
Élite masculina			3,1	3,8			186	191
Élite femenina			2,85	3,35				
		Intensidad	Competición	Intensidad	95% vVO _{2max}			
Tiempo de contacto								
			Milisegundos					
Intensidad		Competición	200			220		
		95% vVO _{2max}	182			190		
Tiempo de vuelo								
			Milisegundos					
Intensidad		Competición		110			116	
		95% vVO _{2max}		144			132	
Oscilaciones verticales del cuerpo								
		Cm						
		3,77	3,98	Cala, Santiago, García, & Navarro, 2009.				
		8 - 8.6		Palazzetti, Margaritis, & Guezennec, 2005.				
		10,20		Hauswirth, Bigard, & Guezennec, 1997.				
		Élite masculina	Élite femenina					

- Trabajar la frecuencia de zancada puede ser una herramienta muy útil para entrenadores que quieran modificar el tipo de apoyo del triatleta. En un estudio realizado por Lieberman y cols. (2005) aquellos corredores que aterrizaron con el talón o con mediopié cambiaron su apoyo a metatarso cuando se les pidió que corrieran en frecuencias de zancada entre 180-190 pasos por minuto.
- Correr con frecuencias de zancada inferiores a 170 pasos por minuto requieren de una mayor contribución energética para una misma velocidad que correr en frecuencias >180 pasos por minuto.
- La longitud de zancada y el tiempo de contacto con el suelo tienen una alta correlación con la velocidad alcanzada por los triatletas (Sheerin, Pearson, & Cross, 2013). Pero una zancada demasiado larga puede incrementar las fuerzas de frenado de la zancada.
- Una de las estrategias disponibles para obtener una carrera más económica es la de acortar el tiempo de contacto con el suelo a la vez que se mantiene la frecuencia de zancada. Esto puede des-

encadenar en una mayor activación de los músculos de las piernas a través del ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC) y como consecuencia conseguir longitudes de zancada más largas.

- Es muy importante realizar una activación previa de los músculos antes de que el pie entre en contacto con el suelo para mejorar la generación de fuerza muscular a través del ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC).

- Una reducción de las oscilaciones verticales producidas por el corredor producirá mejoras significativas en su nivel deportivo (Cala, Santiago, García, & Navarro, 2009).
- El tipo de pisada por sí misma no es un factor determinante que pueda afectar negativamente la economía de carrera.
- El tipo de superficie donde se realice el entrenamiento y el tipo de calzado utilizado pueden alterar el valor de las fuerzas G de apoyo.

Conclusiones

Existen numerosos factores biomecánicos tanto intrínsecos como extrínsecos que son modificables y pueden causar efecto en la economía de carrera. Es importante poder medirlos, analizarlos, entrenarlos y volverlos a medir para saber si el entrenamiento planificado ha causado los efectos que se pretendían conseguir. Aquí es donde SHFT se convierte en una excelente herramienta a disposición de entrenadores y deportistas. Para aquellos que no cuentan con un entrenador presencial, SHFT se puede convertir en su entrenador virtual que le medirá, analizará y personalizará su entrenamiento a través de sus sesiones, ejercicios y consejos de entrenamiento tras entrenamiento.

Es conveniente resaltar que los datos presentados con anterioridad pertenecen a deportistas con gran talento y con unos valores fisiológicos privilegiados, con muchos años de experiencia a sus espaldas y que se dedican en cuerpo y alma como profesionales del deporte de triatlón. Puede existir una gran diferencia entre los resultados obtenidos por un deportista amateur y los presentados aquí con anterioridad. Es altamente aconsejable por tanto individualizar el entrenamiento con las características antropométricas, biomecánicas y fisiológicas del triatleta. ■ ■ ■

BIBLIOGRAFÍA

- CALA, A., SANTIAGO, V., GARCÍA, A. y NAVARRO, E. (2009). Previous cycling does not affect running efficiency during a triathlon World Cup competition. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 152-158
- MOORE, I.S. (2016). Is There an Economical Running Technique? A Review of Modifiable Biomechanical Factors Affecting Running Economy. *Sport Medicine*, 793-807.
- LIEBERMAN, D.E., WARRENER, A.G., WANG, J. y CASTILLO, E.R. (2015). Effects of stride frequency and foot position at landing on braking force, hip torque, impact peak force and the metabolic cost of running in humans. *Journal of Experimental Biology*, 3406-3414.
- MILLET, G.P., MILLET, G.Y., HOFMANN, M.D. y CANDAU, R. (2000). Alterations in Running Economy and Mechanics After Maximal Cycling in Triathletes: Influence of Performance Level. *International Journal of Sports Medicine*, 127-32.
- SHEERIN, K., PEARSON, S. y CROSS, M.R. (2013). Relationship between running kinematics and performance in elite triathletes. *Sports Medicine New Zealand & The Australasian College of Sports Physicians*. Wellington, New Zealand.