

**EVALUACION DEL TIEMPO DE REACCION EN VELOCISTAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA:
ESTUDIO PILOTO****Javier Soto-Rey¹, Javier Pérez-Tejero¹, Jesús Javier Rojo-González¹, Juan Carlos Álvarez-Ortiz²****Universidad Politécnica de Madrid¹, España y Real Federación Española de Atletismo (RFEA)²**

RESUMEN: Este artículo tiene por objeto conocer las posibles diferencias del tiempo de reacción visual (TRV) desde los tacos de salida en velocistas con discapacidad auditiva, usando para dicha salida un estímulo visual mediante un dispositivo luminoso coordinado con la señal sonora de salida. La muestra estuvo compuesta por 4 velocistas con discapacidad auditiva de nivel nacional. Dicho dispositivo, a fin de reproducir las condiciones reales de competición de estos atletas, se colocó de dos maneras distintas para cada velocista, determinando dos situaciones experimentales: con el dispositivo en el suelo y a 5 metros (m) de la salida, de manera que los velocistas estudiados presentaron un TRV medio de 0.232 ± 0.018 s para la primera situación y de 0.268 ± 0.038 s para la segunda. El TRV fue menor y más homogéneo con el dispositivo en suelo que con el dispositivo colocado a 5 m de los tacos de salida (ns). A la luz de este pilotaje, parece necesario seguir investigando en el desarrollo de nuevos sistemas que permitan adaptar la salida en velocidad atlética a velocistas con discapacidad auditiva, puesto que los TRV parecen verse afectados según la posición del estímulo.

PALABRAS CLAVE: Tiempo de reacción visual, discapacidad auditiva, velocidad.

**EVALUATION OF VISUAL REACTION TIME IN SPRINTERS WITH HEARING IMPAIRMENT: A
PILOT STUDY**

ABSTRACT: This article aims to evaluate possible differences in visual reaction time (VRT) from the starting blocks in sprinters with hearing impairment, using a visual stimulus coordinated with auditory beep output. The sample consisted of four sprinters with hearing impairment of national level. This device, in order to reproduce the actual conditions of competition these athletes, was placed in two different places for each sprinter, determining two experimental situations: one with the device on the ground and another at 5 m from the start line, and VRT registered had an average of 0.232 ± 0.018 s in the first position and 0.268 ± 0.038 s for the second. VRT was less and more homogeneous when the device was placed on the ground respect to the situation with the device placed at 5 m from the starting blocks (ns). It seems necessary to investigate the development of new adaptation systems that will allow the start adaptation for sprinters with hearing impairment since VRT appears to be affected by the position of the visual stimulus.

KEYWORDS: Visual reaction time, hearing impairment, velocity.

AVALIAÇÃO DO TEMPO DE REAÇÃO VELOCISTAS DEFICIENTES AUDITIVOS: ESTUDO PILOTO

RESUMO: Este artigo tem como objetivo mostrar as diferenças de tempo de reação visual (TRV) dos blocos de partida na corrida deficientes auditivos, utilizando um estímulo visual que a saída através de um coordenado com o beep dispositivo de iluminação saída. A amostra foi composta de quatro velocistas com deficiência auditiva em todo o país. Este dispositivo foi colocado em duas maneiras diferentes para cada corredor, a fim de reproduzir as condições reais de competição esses atletas, determinando duas situações experimentais: com o aparelho sobre a terra e 5 m da saída, assim velocistas estudados tinham um TRV médio de 0.232 ± 0.018 s para a primeira posição e de 0.268 ± 0.038 para o segundo. TRV foi menor e mais homogênea com o solo do dispositivo ao dispositivo colocado a 5 m blocos de partida (ns). À luz deste piloto, parece necessário investigar mais profundamente no desenvolvimento de novos sistemas para adaptar a taxa de saída para velocistas de atletismo deficientes auditivos desde o TRV parecem ser afetados pela posição do estímulo.

PALAVRAS-CHAVE: tempo de reação visual, deficiência auditiva, velocidade.

Manuscrito recibido: 02/06/14
Manuscrito aceptado: 17/10/14

Dirección de contacto: Javier Soto-Rey, Centro de Estudios sobre Deporte Inclusivo, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF), Universidad Politécnica de Madrid, Calle Martín Fierro 7, 3ª Planta. 28040, Madrid España.
Correo-e: javier.soto@upm.es

En la carrera atlética de velocidad, numerosas son las variantes en relación a la posición de salida, que el atleta ha ensayado y utilizado a lo largo de la historia. En este segmento de la carrera, el atleta, buscando efectuar una buena transición desde la posición baja en los tacos de salida, hasta la verticalidad de la carrera (desde el inicio hasta los 10 - 20 m aproximadamente; Fernández, 2005), trata de reaccionar con prontitud al estímulo, para disponer sus segmentos corporales a una óptima aceleración en el menor tiempo posible. Por ello, esta fase constituye una de las más importantes en las pruebas de velocidad (Bernia, 1981; Bravo, Pascua, Gil, Ballesteros, y Campra, 1990; Fernández, 2005; Hay, 1985; Pascua, Gil-Sánchez, y Marín-Sospedra, 2005).

Dentro de las características que pueden ayudar al velocista a conseguir sus fines está el tiempo de reacción (TR) o velocidad de reacción, como acostumbra a denominarse en atletismo (Collet, 1999; Mero y Komi, 1990; Ross, Leveritt y Riek, 2001). Paradójicamente, pese a que en muchos trabajos nombran la importancia de esta cualidad, muy pocos se detienen en su medición o su estudio en profundidad para aquellos deportistas que tienen dificultades a la hora de hacer frente al TR a través de estímulos sonoros como en el caso de los deportistas con discapacidad auditiva (Pérez-Tejero, Soto-Rey y Rojo-González, 2011).

En una situación deportiva, desde que se produce un estímulo o un conjunto de estímulos hasta que el sujeto da una respuesta o una parte de respuesta transcurre un tiempo de latencia (Posner y Rueda, 2002; Tudela, 1989). Este tiempo será mayor o menor en función de diversas circunstancias (Gursoy, 2010; Schmidt y Lee, 1999). Según Roca (1983) y Sage (1977), el promedio del TR auditivo que acostumbra a ser el más rápido, se mueve alrededor de las 170 milésimas de segundo (ms) con dispersiones de 30 ms, y por tanto, las latencias por debajo de este valor en cualquier modalidad sensorial pueden considerarse anticipatorias. Sin embargo, estudios más recientes y que fundamentan las salidas en atletismo de alto nivel, indican que dicho tiempo de latencia ha de ser de, al menos, 100 ms (Fernández, 2010; IAAF, 2011) o incluso menores, como los 85 ms que proponen Pain y Hibbs (2007), considerando que los parámetros neurológicos y fisiológicos demuestran que el TR auditivo está por debajo de los 100 ms. Es una de las líneas de investigación que están abordando en la actualidad diversos especialistas que recomiendan a la International Association of Athletics Federations (IAAF) abandonar la norma de las 100 ms como tiempo mínimo de reacción y por tanto el límite debería bajar a 80 o 85 ms (Fernández, 2010).

En la salida de velocidad, el velocista debe realizar una acción con unos movimientos estereotipados en los que influye enormemente el sonido procedente del juez al activar la salida en la prueba deportiva (Orellana, 2009). En un primer momento se podría pensar que el TR más rápido beneficia fundamentalmente a los velocistas sin discapacidad, mientras que los velocistas con discapacidad auditiva tienen que salir con la ayuda de otro tipo de estímulo externo como el tacto o la vista. Sin embargo, esto parece no ser así, tal y como quedó reflejado en un estudio anterior (Pérez-Tejero et al., 2011). En la salida de las pruebas de velocidad en atletismo, el TR toma especial relevancia dado que se compite frente a un adversario

con unos tiempos muy próximos, por lo que la velocidad de las acciones y la toma de decisiones son factores que inciden crucialmente en el rendimiento final (Fernández, 2010).

En las competiciones en las que participan velocistas con y sin discapacidad auditiva, las personas sordas compiten, a priori, en inferioridad de condiciones desde el inicio de la prueba, ya que la "voz de salida" la percibirán con posterioridad respecto a los velocistas sin discapacidad (Pérez-Tejero et al., 2011). Si se empleara un sistema que permitiera igualar las condiciones de salida de todos los competidores se daría la oportunidad de mejorar los registros de los velocistas con discapacidad auditiva. Por otro lado, es conocido que los velocistas con discapacidad auditiva, al competir en las citadas condiciones, han de modificar su situación de salida en los tacos, ya que han de atender al estímulo visual que supone el humo de la pistola del juez o el movimiento de algún otro atleta. Sin embargo, a día de hoy y en el conocimiento de estos autores, no existe ningún estudio en la literatura que estudie esta situación a priori de desventaja para estos atletas, ya que sería lógico suponer que dicha situación afecta negativamente al tiempo de reacción corporal (TRC). Esta es la razón por la que en este estudio se plantean dos situaciones experimentales que distinguen entre la situación del dispositivo visual o luminoso de salida (a 5 metros o en el suelo frente al velocista en los tacos de salida), por lo que la variable independiente del presente estudio es la colocación de dicho dispositivo.

La salida atlética, al ser por definición un estímulo sonoro, supone de por sí una desventaja para estos atletas, por lo que la adaptación natural sería un estímulo visual coordinado con el habitual sonoro; sin embargo, tampoco hay estudios al respecto en la bibliografía referente al atletismo, aunque se han realizado con otros deportes (Pérez y Sequera, 2012). De esta forma, pensamos que los atletas con discapacidad auditiva obtendrían mejores marcas en las competiciones oficiales usando dichos sistemas. Además, aquellos deportistas sordos que compiten con atletas sin discapacidad, lo harían en unas condiciones más equitativas (Kurková, Válková y Scheetz, 2011).

Ante la normativa actual del atletismo, creemos que los deportistas con discapacidad auditiva se ven perjudicados en las salidas, por lo que pensamos que se hace necesario desarrollar sistemas de salida con estímulos visuales en lugar de sonoros para atletas sordos que les permitan a éstos últimos competir en situaciones de igualdad con atletas sin discapacidad. Por todo ello, el objetivo de este estudio fue realizar un pilotaje que permitiera conocer las posibles diferencias del TRV desde los tacos de salida en velocistas con discapacidad auditiva con respecto a la colocación de un dispositivo luminoso coordinado con la señal sonora de salida colocado de dos maneras distintas, en el suelo y a 5 m de la salida; así mismo se evaluaron los tiempos de desplazamiento a los 10 m desarrollados tras cada estímulo.

MÉTODO

Diseño de investigación

La metodología utilizada en este estudio fue de tipo correlacional, comparando los resultados del TRV de cada atleta estudiado según situación experimental, definida por la colocación del dispositivo luminoso. Para ello las mediciones referentes a cada atleta se realizaron por separado y en una

única sesión, procediéndose a la comparación posterior de los resultados obtenidos con cada sujeto.

Participantes

En el estudio participaron 4 atletas que cumplieron de manera exhaustiva los siete criterios de inclusión siguientes: presentar un grado de discapacidad auditiva superior al 33%, ser velocista en activo, de categoría masculina, especialistas en distancias de 100 y/o 200 metros lisos (m.l.), estar entrenado para las pruebas en las que compiten en el momento del estudio, pertenecer a la selección española de atletismo de la Federación Española de Deportes para Sordos (FEDS) y presentar una mejor marca personal de 13 segundos (s) o menor en los 100 m.l. Todos los participantes fueron informados de los objetivos del estudio y de las características de las pruebas previamente a las mismas, y todos ellos firmaron un consentimiento informado, amparado bajo la Declaración de Helsinki de 1964 enmendada en la 59ª Asamblea General de la Asociación Médica Mundial (AMM), en Seúl, octubre 2008.

Según datos de la FEDS (FEDS, 2013), para el año 2012, solo 15 atletas cumplen los criterios de selección determinados (de hecho, solo estos 15 compiten en pruebas atléticas de velocidad para 100 m y 200 m), de los cuales (26.6%) participaron en este estudio. Los 4 atletas con discapacidad auditiva que participaron en el estudio tiene una edad media de 24.7 ± 1.8 años con mejor marca personal de $12' '01 \pm 0.737$ s en 100 m.l. y $24' '20 \pm 0.994$ s en 200 m.l. y llevan 7.75 ± 1.2 años compitiendo con licencia federativa en la modalidad deportiva de atletismo en la FEDS. Dichos atletas tienen una media de 75.2 ± 11.9 % en grado de discapacidad y una pérdida auditiva de 109.45 ± 0.80 decibelios (dB).

Material

Para medir el TR, la variable principal de nuestra investigación, se utilizó el sistema de detección de salidas para TR Reactime Lynx System Developers, inc. ®. Reactime es el único sistema de detección de salidas falsas completamente inalámbrico. Este sistema también se puede utilizar de manera modular como un sistema de entrenamiento de reacción. El sistema es de uso sencillo y puede ser utilizado para grabar y mostrar los tiempos de movimiento al disparo del atleta con una fiabilidad de 1/1000 ms. El sistema Reactime detecta salidas falsas (como define la IAAF en el artículo 162.2) enviando inmediatamente una señal informando al Juez de Salidas.

Las salidas fueron dadas mediante un dispositivo luminoso desarrollado "ad hoc" para este estudio por el departamento de Tecnología Electrónica (Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas) de la Universidad Carlos III de Madrid. Se trata de una suerte de semáforo, rectangular, con 3 luces de diferente color en función del aviso por parte del juez de salida: "A sus puestos" con el color rojo, "Listos" con el color amarillo y "Ya", que indica la salida, con el color verde (Figura 1). Dicho sistema de salida tiene unas dimensiones de 12x6x5 mm y tiene un cable de aproximadamente unos 10 m con un conector jack macho y otro hembra de forma que el primero se conecta a la salida de audio del Reactime y el segundo al altavoz. La cantidad de luz que emiten los leds del semáforo se controla con un potenciómetro, que se encuentra en un lateral de la

caja. El dispositivo tiene una batería de Li-ion recargable de unos 900mA/h, y en el caso de que la carga sea mínima se enciende un pequeño led de aviso. El prototipo se puede recargar directamente de la red eléctrica o utilizando un ordenador. Finalmente se utilizaron unas células fotoeléctricas "Microgate Polifemo Light" para evaluar los tiempos de desplazamiento a los 10 m.

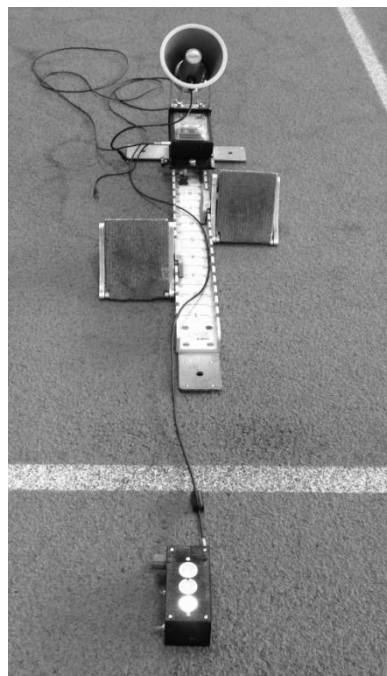


Figura 1. Dispositivo luminoso de salida conectado a los tacos de salida y Reactime.

Protocolo experimental

Junto con los datos experimentales, en una ficha, se registraron los datos personales de cada participante, referentes a edad, mejor marca personal 100 m.l. y/o 200 m.l., tiempo que llevaba compitiendo en el atletismo. Esta ficha fue marcada con un código a fin de no ser identificable el atleta más que por el propio investigador, y custodiada en armario bajo llave, cumpliendo así la ley 15/1999.

La toma de datos se realizó en el módulo de atletismo del Centro de Alto Rendimiento (CAR) del Consejo Superior de Deportes en Madrid, garantizando unas condiciones idóneas para la realización de las pruebas, así como una adecuada validez ecológica de las situaciones experimentales. El contexto experimental fue un lugar tranquilo dentro del módulo de atletismo donde el sujeto estuvo cómodo frente a las pruebas de salida con iluminación adecuada sin llegar a deslumbrar. Antes de cada una de las pruebas se le explico al atleta en qué consistían las tareas y rellenaron la hoja de registro de datos personales. Este período sirvió para que el sujeto se relajase por si llegaba excitado por cualquier circunstancia. Tras un calentamiento específico (unos 15 - 20 minutos), a cada atleta

se le permitieron dos ensayos previos para familiarizarse con cada una de las situaciones experimentales y chequear que había entendido bien las instrucciones. Posteriormente se realizaron 5 ensayos para cada una de las dos situaciones experimentales, con un descanso de 3 minutos entre cada ensayo. El número de ensayos por situación y tiempo de descanso fue determinado garantizando la adecuada recuperación entre estímulos y salidas, evitando la fatiga (Viru y Viru, 2003).

Las situaciones experimentales fueron las siguientes:

Situación experimental 1. Evalúa el TR ante un estímulo visual en el suelo (en segundos) mediante un sistema luminoso colocado bajo el velocista y sobre el tartán, justamente tras la línea de salida y conectado al sistema de salida de los tacos (Figura 2).

1. El velocista se sitúa, en los tacos de salida, frente a la calle de la pista de atletismo.
2. El sistema luminoso se coloca en el suelo a pocos cm de los tacos de salida, concretamente con la vista del velocista hacia el suelo y en ese momento la luz está en color rojo. Este sistema está conectado al dispositivo de salida por parte del experimentador.
3. El velocista tiene que mantener la vista dirigida hacia el dispositivo luminoso durante la puesta en marcha de la técnica de salida atlética "A sus puestos" y en cuanto salga la 2ª luz (amarillo) se coloca en posición "Listos", sin desviar la vista del dispositivo luminoso.
4. El dispositivo luminoso presenta la 3ª luz (verde) con el fin de que el velocista salga de sus tacos de salida en el menor tiempo posible y con la mayor velocidad que sea capaz de desarrollar en esa posición.
5. El velocista realiza un descanso de 3' para realizar otro ensayo con el mismo procedimiento.
6. Con el mismo procedimiento, realiza los 5 ensayos.



Figura 2. Situación experimental 1

Situación experimental 2: Tras un descanso de 5 minutos, se realizó un nuevo estudio con el sistema luminoso situado a 5 m de la salida y a una altura de un metro (1 m) del suelo. El experimentador activó con su mando el sistema luminoso situándose fuera del campo de visión del velocista. La secuencia de la puesta en marcha del atleta se efectuó igual que en el caso anterior (Figura 3).

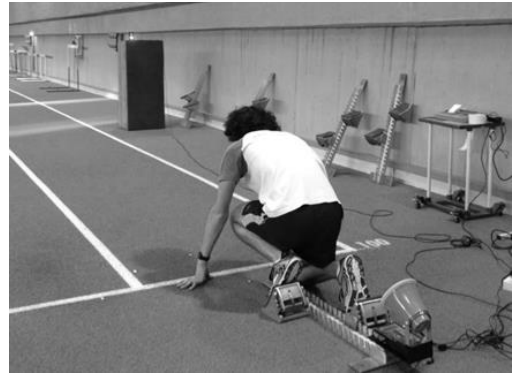


Figura 3. Situación experimental 2

El resultado de cada sujeto para cada uno de los estímulos se calculó realizando la media de todos los ensayos en cada prueba. El número de ensayos fue suficiente para hacer una media estable, teniendo en cuenta la variabilidad del TRV, y para que la fatiga no afectara a los resultados. Durante la toma de datos, la colocación del experimentador, el ruido de los aparatos y otros detalles fueron cuidados para evitar que se produjeran anticipaciones o pérdidas de atención. El experimentador se colocó detrás de los tacos de salida en los estímulos visuales, fuera de la vista del sujeto y los botones, a modo de pistola de salida, se pulsaron paulatinamente de modo que no produjeran ruido.

Análisis estadísticos

Con el fin de analizar la distribución de los datos y su normalidad, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, dicha prueba arrojó resultados de normalidad para cada una de las variables analizadas, por lo que en el presente estudio se utilizó estadística paramétrica. Como medidas descriptivas, se calcularon el máximo, mínimo, media y la desviación estándar. Para el estudio del TRV se utilizó el valor medio de los valores obtenidos en cada sujeto eliminando los valores atípicos (valores que están fuera del rango de los valores normales, Thomas y Nelson, 2007), evitando así posibles errores por cansancio, despiste, etc. De esta forma se obtuvieron los datos correspondientes al TR con el dispositivo luminoso situado en el suelo y a 5 m de los tacos de salida, así como las variables de los tiempos de desplazamiento a los 10 m (T_{10m}). Para observar las posibles diferencias del TR visual de cada velocista según situación experimental y en los T_{10m} , se empleó una prueba t de Student para muestras relacionadas. Para el tratamiento estadístico fue utilizado el paquete estadístico SPSS 18.0 (Chicago, IL, EEUU). Los niveles de significación fueron establecidos para un $\alpha \leq .05$, indicando el valor de p en cada caso.

RESULTADOS

Estadísticos descriptivos

Lo primero que nos planteamos fue valorar la totalidad de los 72 datos obtenidos (18 datos por sujeto: 8 en TR y 8 en T_{10m}), eliminando del análisis, por criterio, los valores atípicos

estadísticos que pudieran deberse a un exceso de celo o de falta de atención por parte del sujeto investigado. Consideramos de interés destacar que ningún valor atípico se registró por debajo de las 100 ms (el valor mínimo registrado fue de 0,192 ms), por lo que ninguno de los valores está por debajo del tiempo de latencia (Fernández, 2010; Pain y Hibbs, 2007) ni ningún "nulo" según las normativas deportivas indicadas.

En la muestra estudiada para atletas que utilizaron el dispositivo en suelo ($N = 4$), el TR arrojó una media de 0.232 ± 0.018 s (mínimo 0.207 y máximo 0.246 s), mientras en la muestra con el dispositivo a 5 m de los tacos de salida ($N = 4$) presentaron una media de 0.268 ± 0.038 s (mínimo 0.213 y máximo 0.301 s) (Tabla 1) (Figura 4 y Figura 5). El número de salidas falsas que fueron efectuadas por los 4 sujetos, respuesta antes de percibir el estímulo visual, fueron 2 con el dispositivo luminoso en el suelo y 4 con el mismo sistema a 5 m de los tacos de salida.

En los T_{10m} , los atletas que usaron el dispositivo en suelo, el tiempo registró una media de 2.209 ± 0.082 s (mínimo 2.112 y máximo 2.310 s), mientras en la muestra con el dispositivo a 5 m de los tacos de salida presentaron una media de 2.240 ± 0.065 s (mínimo 2.187 y máximo 2.327 s).

Tabla 1

Resultados estadísticos descriptivos

	N	Mín.	Máx.	M	DT
TR con dispositivo en suelo	4	0.207	0.246	0.232	0.018
TR con dispositivo a 5 m	4	0.213	0.301	0.268	0.038
T_{10m} con dispositivo en suelo	4	2.112	2.310	2.209	0.082
T_{10m} con dispositivo a 5 m	4	2.187	2.327	2.240	0.065

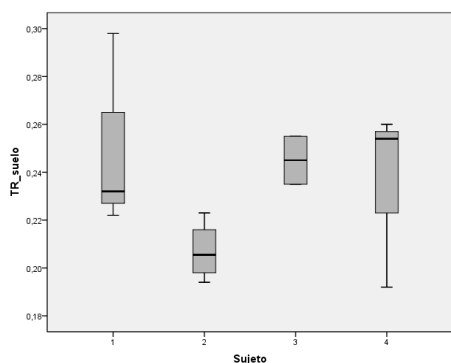
Análisis de los datos intra e inter sujeto

Figura 4. Resultados estadísticos descriptivos en diagrama de cajas del TR con el dispositivo luminoso colocado en suelo.

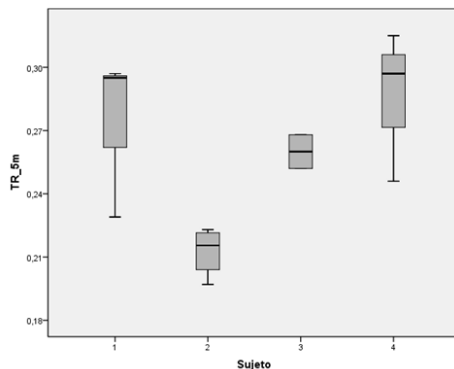


Figura 5. Resultados estadísticos descriptivos en diagrama de cajas del TR con el dispositivo luminoso colocado a 5 m de los tacos de salida.

Diferencias según la posición del dispositivo que indica la salida

El valor de significación en la prueba T entre ambos grupos ($t(3) = -2.979$; $p = .059$) mostró que las diferencias entre grupos no fueron significativas, aunque el TR fue inferior cuando el dispositivo se situó en el suelo (Tabla 2).

Tabla 2

Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en TR (en s.).

Variable	Grupo	N	M	DT	p
TR	Atletas con dispositivo en suelo	4	0.232	0.018	0.059
	Atletas con dispositivo a 5 m	4	0.268	0.038	

En cuanto a la evaluación de las diferencias de los tiempos de desplazamiento entre grupos según la colocación del dispositivo, se realizó una prueba t para muestras relacionadas, en la que no se hallaron diferencias significativas respecto de los tiempos registrados a los 10 m ($t(3) = -1.826$; $p = .160$) (Tabla 3).

Tabla 3

Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en T_{10m} (en s.).

Variable	Grupo	N	M	DT	p
T_{10m}	Atletas con dispositivo en suelo	4	2.209	0.082	.160
	Atletas con dispositivo a 5 m	4	2.240	0.065	

DISCUSIÓN

A pesar de lo que se pudiera pensar, en la literatura son escasísimos los estudios en relación al desarrollo de dispositivos para medir el TR de forma adaptada a personas con discapacidad. En natación existen dispositivos luminosos que adaptan la salida de nadadores sordos en sus pruebas (Pérez y Sequera, 2012), pero en atletismo no existe un dispositivo oficial semejante, lo que justifica la necesidad de estudios similares al presentado. Al comparar los promedios del TR de los atletas en función de la colocación del dispositivo

luminoso se verifica que, en nuestra muestra, cuando los atletas utilizaron el dispositivo en el suelo son generalmente más rápidos a la hora de reaccionar que cuando salieron con el dispositivo a 5 m de los tacos de salida ($t(3) = -2.967$; $p = .059$) (ns, Tabla 2).

El presente estudio no encontró diferencias significativas en los tiempos de desplazamiento a los 10 m en cuanto a la colocación del dispositivo luminoso, aunque se presentaron tiempos más cortos cuando los velocistas utilizaron el dispositivo luminoso en suelo (Tabla 3). Como ya se ha dicho, en nuestro estudio ninguno de los tiempos tomados en la salida estuvo por debajo del tiempo de latencia aceptado en la bibliografía actual (Fernández, 2010; Pain y Hibbs, 2007), siendo el valor mínimo registrado de 0.192 s para las salidas con el dispositivo en suelo y 0.197 s para las salidas a 5 m de los tacos de salida. Indicar aquí que, en relación a los valores atípicos, el análisis descriptivo arrojó cuatro valores de este tipo para cada situación experimental: dos con el dispositivo en el suelo (de 0.360 s y 0.344 s cada uno) otros dos en la situación experimental con el dispositivo a 5 m (de 0.552 s y de 0.506 s). Como vemos, todos ellos muy por encima de los tiempos medios para cada situación experimental ya indicados (posiblemente por despiste o falta de concentración puntual), y es por esto que no fueron incluidos en el análisis realizado. Además, los TR obtenidos en ambas situaciones (Tabla 1) estarían en consonancia con los resultados obtenidos por Soto, Pérez y Rojo (2011) al estudiar el Tiempo de Reacción Simple Manual (TRSM) ante estímulos visuales, que arrojaban una media de 0.245 ± 0.057 s (Martínez, 2003).

En cuanto a los parámetros de la salida de velocidad por los atletas con discapacidad auditiva, donde tienen que mantener la vista hacia el juez de salida, éstos se ven condicionados ya que no pueden aplicar la técnica ideal descrita por autores como Bravo et al. (2005), Hay (1985) o Pascua et al. (2005), ya que éstos describen que la vista del atleta debe ser fijada hacia el suelo durante el proceso de salida. De contar con los dispositivos luminosos, los atletas con discapacidad auditiva no tendrían que modificar los parámetros de esa salida atlética según los expertos de atletismo, por lo que parece a priori que la utilización en competición de los mismos podría ser beneficiosa, lo que abre líneas futuras de investigación. Aun así, el debate parece estar abierto, pudiendo aportar conclusiones válidas aun con nuestro estudio, ya que el TR fue menor en el grupo de velocistas que salieron con el dispositivo en suelo, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla 2). Los resultados estimulan a ampliar el estudio ya que la falta de significación puede deberse al bajo número de participantes, debido a que se quiso realizar con personas con experiencia en salida y que hubieran demostrado una capacidad de reacción y velocidad suficientes para situarlos entre la élite del deporte adaptado.

Consideramos de interés la realización de futuras investigaciones que analicen las diferencias de TR entre sujetos con y sin discapacidad auditiva, considerando factores de fatiga, horas de entrenamiento, tipo de deporte, condición física, antropometría, intensidad de estímulos sensoriales, así como también estudiar con mayor detalle la reactividad que presentan los deportistas ante situaciones de estrés, y la posible influencia en sus TR y rendimiento.

CONCLUSIONES

En la muestra estudiada para atletas con discapacidad auditiva éstos presentaron un TR más rápido cuando el dispositivo estaba en el suelo, que cuando el dispositivo se colocó a 5 m de los tacos de salida, si bien no se encontraron diferencias significativas entre ambas situaciones. En cuanto a la comparación de las diferencias de los tiempos de desplazamiento entre grupos según la colocación del dispositivo, no se hallaron diferencias significativas respecto de los tiempos registrados a los 10 m. A la luz de este pilotaje, parece necesario seguir investigando en el desarrollo de sistemas que permitan adaptar la salida en velocidad atlética a velocistas con discapacidad, puesto que los TR parecen verse afectados.

REFERENCIAS

- Bernia, J. (1981). *Tiempo de reacción y procesos psicológicos*. Valencia: Nau Llibres.
- Bravo, J., Pascua, M., Gil, F., Ballesteros, J. M., y Campra, E. (1990). *Atletismo I (Carreras y Marcha)*. Madrid: Comité Olímpico Español.
- Collet, C. (1999). Strategic aspects of reaction time in world-class sprinters. *Perceptual and Motor Skills*, 88(1), 65-75.
- Fernández-Abuín, J. P. (2005). *Evolución y Análisis de la Salida Agrupada en la Carrera Atlética de Velocidad. G-SE Standard*. Recuperado de: <http://www.g-se.com/a/421/evolucion-y-analisis-de-la-salida-agrupada-en-la-carrera-atletica-de-velocidad/>.
- FEDS (2013). *Ranking Nacional de Atletismo*. Disponible en http://feds.es/images/Imanges_PDF_Noticias/Noticias_Atletismo/2013/Ranking%20Espa%C3%B1a%20Atletismo%20Aire%20Libre%20FEDS%2031-12-2012.pdf
- Fernández, O. (2010). Historias de los tiempos de reacción. *Atletismo Español*, 635, 60-61.
- Gursoy, R. (2010). Sex differences in relations of muscle power, lung function, and reaction time in athletes. *Perceptual & Motor Skills*, 110(3), 714-720.
- Hay, J. G. (1985). *The biomechanics of sports techniques*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- IAAF (2011). *Reglas de competición 2012-2013*. Disponible en <http://www.iaaf.org/download/download?filename=b8cee4e7-2007-41a3-aa1aba8b6865726e.pdf&urlslug=Competition%20Rules%20201>
- Kurková, P., Váľková, H., y Scheetz, N. (2011). Factors impacting participation of European elite deaf athletes in sport. *Journal of Sports Sciences*, 29(6), 607-618.
- Martínez, O. (2003). *El tiempo de reacción visual en el kárate*. Tesis no publicada, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Mero, A., y Komi, P. (1990). Reaction-time and electromyographic activity during a sprint start. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 61(1-2), 73-80.
- Orellana, A. (2009). *Comparación del Tiempo de Reacción Simple y Discriminativo entre estudiantes deportistas y sedentarios de la Universidad de Valparaíso*. Tesis no publicada, Universidad de Granada, Granada.

- Pain, M. T. G., y Hibbs, A. (2007). Sprint starts and the minimum auditory reaction time. *Journal of Sports Sciences*, 25(1), 79-86.
- Pascua, M., Gil-Sánchez, F., y Marín-Sospedra, J. (2005). *Velocidad, vallas y marcha* (Vol. 1). Madrid: Real Federación Española de Atletismo.
- Pérez, C. J., y Sequera, C. D. (2012). *Dispositivo electrónico visual para la salida de natación: dirigido a personas con discapacidad auditiva para su integración dentro de las competiciones*. Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.
- Pérez-Tejero, J., Soto-Rey, J., y Rojo-González, J. J. (2011). Estudio del tiempo de reacción ante estímulos sonoros y visuales. *Matricidad: European Journal of Human Movement*, 27, 149-162.
- Posner, M. I., y Rueda, M. R. (2002). Mental chronometry in the study of individual and group differences. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(7), 968-976.
- Roca, J. (1983). *Tiempo de reacción y deporte*. Barcelona: Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya.
- Ross, A., Leveritt, M., y Riek, S. (2001). *Neural Influences on Sprint Running: Training Adaptations and Acute Responses* (Vol. 31, pp. 409-409). New Zealand: Adis International.
- Sage, G. H. (1977). *Introduction to motor behavior: A neuropsychological approach* (2ª Ed.). Reading, MA: Addison-Wesley.
- Schmidt, R. A., y Lee, T. D. (1999). *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Soto, J., Pérez, J., y Rojo, J. J. (2011). Estudio del tiempo de reacción ante estímulos visuales en deportistas con y sin discapacidad auditiva: aplicaciones prácticas. Disponible en http://www.paralimpicsport.org/cida2011/images/stories/cida_a.pdf.
- Thomas, J. R., y Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Barcelona: Paidotribo.
- Tudela, P. (1989). *Tiempo de reacción. Psicología Experimental* (4ª ed.). Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Viru, A., y Viru, M. (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.

Agradecimientos

A D. Jose Manuel Sánchez Peña y D. Juan Carlos Torres Zafrá del Departamento de Tecnología Electrónica (Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas) de la Universidad Carlos III de Madrid por el desarrollo y fabricación del dispositivo luminoso de salida.

Al Consejo Superior de Deportes y a la Real Federación Española de Atletismo, por su colaboración en el uso de las instalaciones del módulo de atletismo del CAR de Madrid, así como el uso de su aparataje para las salidas en atletismo.

