

 XV edición Premio FIAPAS
de Investigación en Deficiencias Auditivas
Área de Accesibilidad

“Evaluación del tiempo de reacción en velocistas con y sin discapacidad auditiva: aplicaciones para la inclusión”

Por el equipo investigador compuesto por Javier Soto Rey¹, Javier Pérez Tejero¹, Jesús Javier Rojo González¹, Juan Carlos Álvarez Ortiz², José Manuel Sánchez Pena³ y Juan Carlos Torres Zafra³.

¹ Cátedra de Estudios sobre el Deporte Inclusivo (CEDI). Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF. Universidad Politécnica de Madrid.

² Real Federación Española de Atletismo (RFEA).

³ Departamento de Tecnología Electrónica (Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas). Universidad Carlos III de Madrid.

1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Este trabajo de investigación trata de aportar luz al estudio del tiempo de reacción (TR) en velocistas con y sin discapacidad auditiva desde las Ciencias del Deporte. El planteamiento del presente estudio surgió al cuestionarnos la existencia de las diferencias en cuanto al TR visual y auditivo aplicado a velocistas con y sin discapacidad auditiva, pensando en el desarrollo futuro de competiciones inclusivas entre ambos colectivos. Por ello, este estudio trata de resolver las dificultades que los velocistas con discapacidad se encuentran habitualmente en las competiciones. A priori, los atletas con discapacidad auditiva compiten en inferioridad de condiciones como consecuencia de una salida que no parece la más adecuada para ellos (desde los tacos, han de mirar hacia la pistola del juez o el movimiento de un rival).

La justificación del estudio se basa en nuestra experiencia como atleta de alto rendimiento que nos ha hecho constatar en primera persona las limitaciones que se producen en la competición cuando un atleta con discapacidad auditiva compete en una pista de atletismo con otros sin ella (Soto, 2007). Esta limitación se hace más notoria, aun si cabe, en la salida atlética de velocidad. Es por ello que, en la elección del tópico de este estudio, hay mucho de personal, pero también de compromiso investigador a la hora de analizar las posibilidades de adaptación reales para atletas con esta discapacidad en la realidad de la competición.

Ha sido destacada la importancia crucial en el entrenamiento y rendimiento deportivo del TR y la influencia del estímulo visual y auditivo en él (Vogel, 2014), por lo que entendemos que esta importancia es mayor en los atletas con discapacidad auditiva (Wierzbička-Damska et al., 2005; Hartman et al., 2007). Investigaciones llevadas a cabo por diversos autores como son, entre otros, García et al. (1994), Guerrero (2006) y Nougier et al. (1990) parecen evidenciar que es lógico pensar que las demandas visuales en los deportistas son mayores que en la población no deportista debido a que el deporte implica una constante atención visual al desarrollo del juego o la competición. Por tanto, un factor determinante para el éxito deportivo sería la eficacia con la que el sistema visual guiara al sistema motor (Vogel, 2014). De este modo, la velocidad de TR está muy presente dentro del entrenamiento en diferentes deportes como el atletismo.

En la salida de velocidad, el velocista debe realizar una acción con unos movimientos estereotipados, a partir de la posición de salida, en los que influye enormemente el sonido procedente del juez al activar la salida en la prueba deportiva (Orellana, 2009). Aquí, el TR toma especial relevancia dado que se compete 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 relación a la posición de salida, numerosas son las variantes, que el atleta ha ensayado y utilizado a lo largo de la historia, siendo esta fase una de las más importantes en las pruebas de velocidad según distintos autores (Bernia, 1981; Bravo et al., 1990; Fernández, 2005; Hay, 1985; Pascua et al., 2005).

En las competiciones en las que participan velocistas con o sin discapacidad auditiva, las personas sordas compiten, a priori, en inferioridad de condiciones

Sin embargo, en la literatura científica no hay evidencia de que esta situación comporte una desventaja, algo que nuestra experiencia personal y el manifiesto de los propios velocistas nos han trasladado. Es por ello que, dado que el velocista con discapacidad auditiva ha de modificar esta posición para reaccionar, nos parece crucial aplicar el método científico a esta situación, con el objetivo de analizarla y ofrecer posibles soluciones a la misma que reviertan en una competición justa y equitativa para todos.

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 trabajo 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. 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 m de la salida frente al velocista –simulando

al juez y su pistola- o en el suelo frente al velocista en los tacos de salida) por lo que la variable independiente del presente estudio fue 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). El desarrollo del indicado sistema luminoso (utilizado ya en otros deportes de manera convencional como la natación) permitiría, creemos, que los atletas con discapacidad auditiva obtuvieran mejores marcas en las competiciones oficiales usando dichos sistemas. Además, aquellos deportistas con discapacidad auditiva que compiten con atletas sin discapacidad, lo harían en unas condiciones más justas y equitativas (Kurková et al., 2011), pudiendo fomentar así situaciones deportivas y competitivas inclusivas (Pérez Tejero et al., 2013).

Es por ello que creemos que los deportistas con discapacidad auditiva se ven actualmente perjudicados en las salidas, en base a la normativa actual del atletismo (IAAF, 2011), haciéndose necesario desarrollar sistemas de salida con estímulos visuales en lugar de sonoros para atletas con discapacidad auditiva que les permitan competir en situaciones de igualdad con atletas sin discapacidad, indagando desde la investigación en el TR del velocista, dependiendo de la posición de salida y el tipo y colocación del estímulo.

Tiene como objetivos estudiar los valores de TR visual simple manual, TR en salida de tacos y los tiempos de desplazamiento a los 10m y 20m de velocistas con y sin discapacidad auditiva, así como analizar las posibles diferencias en TR según posición y tipo de estímulo luminoso, respecto a ambos grupos de atletas. Como tercer objetivo de estudio se evalúa cualitativamente, por parte de los propios atletas, el dispositivo luminoso utilizado.

2. LUGAR DE REALIZACIÓN

La toma de datos de este estudio se llevó a cabo en el módulo de atletismo del Centro de Alto Rendimiento Joaquín Blume (Madrid), con dos grupos de estudio, uno de 9 velocistas con discapacidad auditiva (VDA), conformando éstos el 60 % de toda la población en España, según el número de las licencias de la FEDS en la modalidad de atletismo (velocistas, pruebas de 100 y 200 m.l.) en el momento del estudio, y otro de 13 velocistas sin discapacidad (VsDA) que se presentaron de manera voluntaria con unos mismos criterios de inclusión para ambos grupos.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Para la medición y el registro de los datos se utilizaron materiales como hoja de registro, Medidor de Tiempo de Reacción (MTR) (Rojo-Lacal et al., 2014) (*figura 1*), tacos de salida, ReactTime®, dispositivo luminoso conectado a los tacos de salida (*figura 2*), células fotoeléctricas, ordenador y software del ReactTime, y cámara de video. El dispositivo luminoso desarrollado para este estudio fue realizado por el departamento de Tecnología Electrónica (Grupo de Displays y Aplicaciones Fotónicas) de la Universidad Carlos III de Madrid.

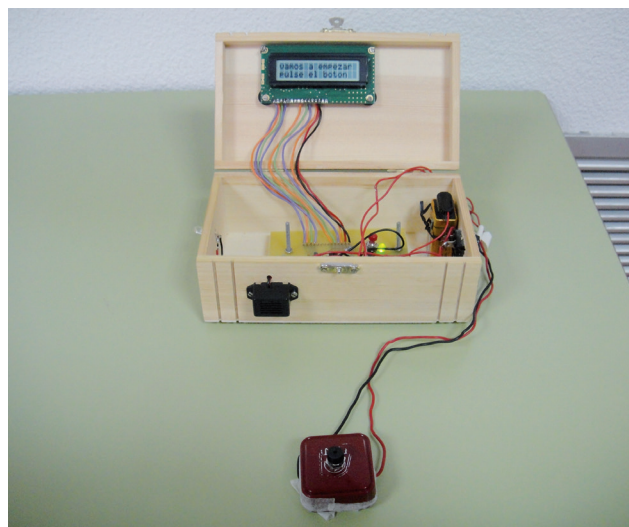


Figura 1. Medidor del TR.

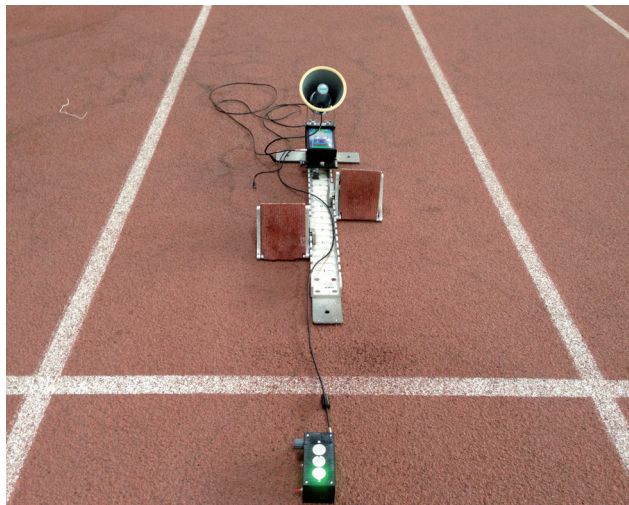


Figura 2. Dispositivo luminoso conectado a los tacos de salida.

La metodología utilizada en este estudio fue de tipo correlacional, analizando los resultados del TR simple manual según vía sensitiva (visual y auditiva) entre los dos grupos de VDA y VsDA (situación experimental 1, *figura 3*). En este caso, los VDA utilizaron el estímulo táctil para percibir el sonido del MTR. También se estudiaron los TR desde la salida de tacos en función

de la colocación del dispositivo luminoso (en el suelo –EVsuelo- y a 5 metros –EV5m-, vía visual. Situaciones experimentales 2 y 3, *figuras 4 y 5*) y pistola de salida atlética (vía auditiva –EA-) (situación experimental 4, *figura 6*) así como el tiempo de desplazamiento a los 10m (t10m) y 20m (t20m) de ambos grupos de velocistas.



Figura 3. Situación experimental 1 con el MTR.



Figura 4. Situación experimental 2 ante un estímulo visual (EVsuelo).



Figura 5. Sit. experimental 3 ante otro estímulo visual colocado a 5 metros de los tacos de salida (EV5m).



Figura 6. Situación experimental 4 de un VsDA ante un estímulo auditivo (EA).



Figura 7. Situación experimental 4 de un VDA ante un estímulo auditivo (EA).

En el caso del estímulo auditivo (EA), en esta ocasión se diseñó una salida conjunta entre un velocista sin discapacidad auditiva y otro con ella, de forma que éste último percibiera la salida a través del movimiento corporal de su compañero o, en algunos casos, percibiendo las ondas sonoras de la pistola de salida a través de las vibraciones corporales (tacto). Por criterio, para dicha situación se escogió al mejor VsDA con menor (mejor) TR ante el estímulo auditivo desde los tacos de salida de los 13 velocistas registrados en la primera toma de datos (figura 7).

Finalmente, se desarrolló y llevó a cabo un cuestionario de evaluación por parte de los atletas VDA con el objetivo de conocer el grado de satisfacción después de haber realizado la serie de experimentos con el dispositivo luminoso y adaptado para sistemas de salida en la velocidad atlética. Con el objetivo de comprobar la viabilidad de la metodología descrita y probar en el contexto de análisis real el protocolo experimental, se realizó un estudio piloto con el fin de conocer las posibles diferencias del TR visual 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 (Soto-Rey, Pérez-Tejero, Rojo-González y Álvarez-Ortiz, 2015).

Se diseñó una salida conjunta entre un velocista sin discapacidad auditiva y otro con ella, de forma que éste último percibiera la salida a través del movimiento de su compañero o por las ondas sonoras de la pistola de salida

En cuanto a los procedimientos estadísticos utilizados, 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 todas las variables analizadas de las situaciones experimentales EA, EVsuelo y EV5m. Es por ello que en el presente trabajo de investigación se utilizó estadística paramétrica. Como medidas descriptivas, se calcularon el máximo, mínimo, media y la desviación estándar. En relación a las situaciones experimentales, para estudiar las posibles diferencias en las variables estudiadas dentro de cada grupo de velocistas (intragrupo) en la situación experimental 1 (MTR), se empleó una prueba T de Student para muestras independientes. En las situacio-

nes experimentales 2, 3 y 4, para conocer las diferencias entre ambos grupos de velocistas en cada situación, se utilizó igualmente la prueba T para muestras independientes, mientras que un ANOVA simple (con *post hoc* Bonferroni) se utilizó para analizar las diferencias para cada grupo (VDA y VsDA) por situación experimental. Así mismo, se utilizó un ANOVA de medidas repetidas, donde el tipo de estímulo (situación experimental) fue la variable intra-grupo y el grupo de velocistas participantes (VDA y VsDA) la entre-grupo, realizándose esta prueba para evaluar en cada situación el TR, t1m0 y t20m y las interacciones entre las variables. Para el tratamiento estadístico fue utilizado el paquete estadístico SPSS 18.0 (Chicago, IL, EEUU). Los niveles de significación fueron establecidos para un $\alpha \leq 0.05$, indicando el valor de p en cada caso.

4. RESULTADOS

4.1. Resultados del MTR

En la muestra estudiada, concretamente en el estímulo visual, el grupo de VDA obtuvo una media de $0.195 \text{ s} \pm 0.018$ y el de VsDA alcanzó una media de $0.197 \text{ s} \pm 0.022$. Mientras el TR sonoro evaluado registró valores superiores a los visuales con $0.237 \text{ s} \pm 0.045$ para los VsDA y $0.230 \text{ s} \pm 0.016$ para los VDA, aunque utilizaron el estímulo táctil para percibir el sonido, respectivamente (tabla 1) (figura 8). Tras ello, y con objeto de evaluar las diferencias entre ambos estímulos medidos con el instrumento de MTR, se aplicó un test "T" para la comparación de medias para muestras independientes según tipo de estímulo (estímulos visuales y sonoros) no encontrándose diferencias significativas entre ambos grupos (TR Visual: $t(20) = -0.244$, $p = 0.8$; TR Sonoro: $t(20) = -0.413$, $p = 0.6$). La evaluación de las diferencias de los estímulos entre grupos según tengan o no discapacidad, se realizó una prueba T para muestras relacionadas, en la que se hallaron diferencias significativas respecto de los VDA ($t(8) = -4.218$; $p = 0.003$) y de los VsDA ($t(12) = -3.252$; $p = 0.007$) a favor del estímulo visual, lo que nos hace pensar que el TR visual es más rápido que el táctil/sonoro en ambos grupos (tabla 1).

El TR visual es más rápido que el táctil/sonoro en ambos grupos

Tabla 1. Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en MTR (en s) y diferencias de los estímulos entre grupos según tengan o no discapacidad (* $p \leq 0.05$).

Grupo	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	p
MTR Visual VDA	9	0.166	0.216	0.195	0.018	0.003*
MTR Sonoro VDA (Táctil)	9	0.208	0.258	0.230	0.016	
MTR Visual VsDA	13	0.172	0.231	0.197	0.022	0.007*
MTR Sonoro VsDA	13	0.182	0.325	0.237	0.045	

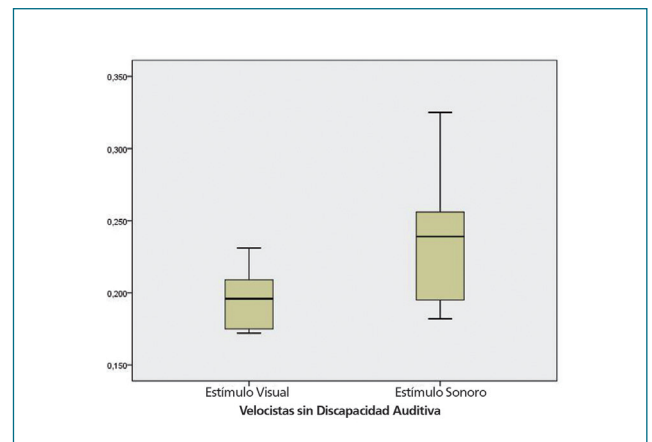
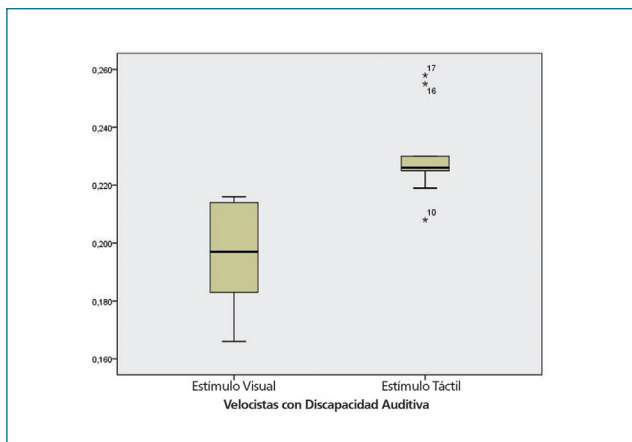


Figura 8. Resultados estadísticos de cada grupo en diagrama de cajas.

4.2. Resultados del Reactime

La prueba T arrojó diferencias significativas entre ambas poblaciones objeto de estudio, siendo más rápidos los VDA en la situación experimental 2 (EVsuelo) y los VsDA

en la situación experimental 4 (EA), no existiendo diferencias entre ambas para TR en la situación experimental 3 (EV5m) (tabla, 2, 3, 4 y 5). Respecto a las variables t10m y t20m, se registraron diferencias EA del t10m, EV5m del t20m y EA del t20m, a favor de VsDA (tabla, 2, 3 y 4).

Tabla 2. Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en TR (en s) y diferencias de los estímulos entre grupos según tengan o no discapacidad (* $p \leq 0.05$).

Variable	Situación experimental	Discapacidad	N	Media	Desviación típica	p
TR	2 (EVsuelo)	VDA	43	0.191	0.025	*
		VsDA	61	0.210	0.025	
	3 (EV5m)	VDA	45	0.290	0.049	ns
		VsDA	61	0.268	0.074	
	4 (EA)	VDA	44	0.396	0.045	*
		VsDA	62	0.174	0.021	

Tabla 3. Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en t10m (en s) y diferencias de los estímulos entre grupos según tengan o no discapacidad (* $p \leq 0.05$).

Variable	Situación experimental	Discapacidad	N	Media	Desviación típica	p
t10m	2 (EVsuelo)	VDA	45	2.231	0.058	ns
		VsDA	64	2.214	0.097	
	3 (EV5m)	VDA	45	2.329	0.070	ns
		VsDA	65	2.285	0.119	
	4 (EA)	VDA	44	2.448	0.065	*
		VsDA	65	2.163	0.092	

Tabla 4. Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en t20m (en s) y diferencias de los estímulos entre grupos según tengan o no discapacidad (* $p \leq 0.05$).

Variable	Situación experimental	Discapacidad	N	Media	Desviación típica	p
t20m	2 (EVsuelo)	VDA	45	3.561	0.124	ns
		VsDA	65	3.503	0.167	
	3 (EV5m)	VDA	45	3.698	0.144	*
		VsDA	65	3.601	0.190	
	4 (EA)	VDA	44	3.823	0.147	*
		VsDA	63	3.423	0.144	

Tabla 5. Resultados estadísticos descriptivos en relación al TR (en ms) según grupo y situación experimental, VDA (situación experimental 2) y VsDA (situación experimental 4), respectivamente (* $p \leq 0.05$).

Situación experimental	Discapacidad	N	Media	Desviación típica	p
2 (EVsuelo)	VDA	43	0.191	0.025	ns
4 (EA)	VsDA	62	0.174	0.021	

Se realizó un ANOVA simple apareciendo diferencias significativas en todas las situaciones experimentales dentro de cada grupo y para todas las variables, por lo que estadísticamente, las situaciones experimentales son diferentes entre sí. En relación al de ANOVA medidas repetidas, para la variable TR, como ya se indicó, la prueba de esfericidad se mostró adecuada, existiendo diferencias significativas en las varianzas de los pares de medias. El valor de F indica que existieron diferencias entre las diferentes situaciones experimentales en cuanto a TR, incluso cuando éstas se relacionaban con el factor discapacidad (factor interacción, $p \leq 0,05$). Queda claro que las situaciones son distintas entre sí, también teniendo en cuenta la discapacidad. El η^2 (eta

al cuadrado) (tamaño del efecto, para la interacción) indica que el 91.7 % de la variación se deben a las condiciones del estudio, y no al error (indicador de la generalización de los resultados del estudio).

En la *figura 9* pueden observarse los valores de TR para cada una de las muestras (VDA y VsDA) en función de la situación experimental dada.

La evaluación del dispositivo luminoso fue positiva en relación a la iluminación, comodidad de uso, ubicación y color

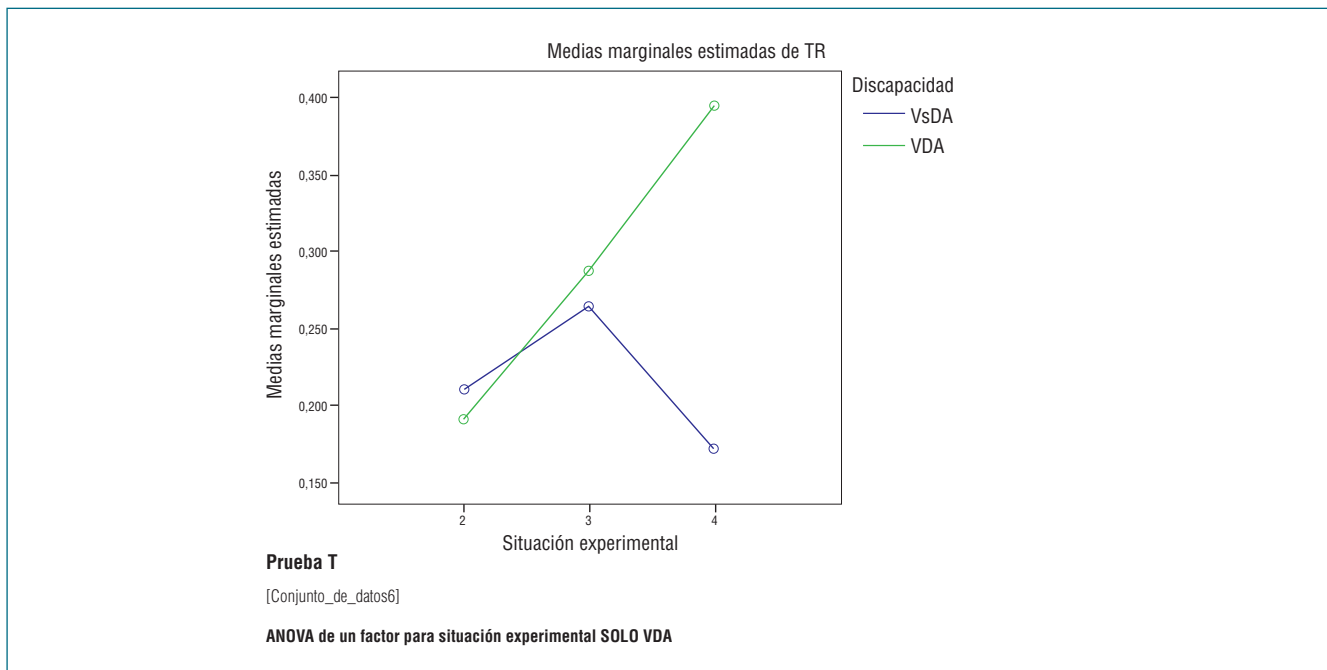


Figura 9. Gráfica de los valores de TR para cada una de las muestras (VDA y VsDA) en función de la situación experimental dada.

Para las situaciones 3 y 4, la prueba de esfericidad se mostró algo más distante en las dos variables (96.0 para t10m y 99.9 para t20m), existiendo diferencias significativas en las varianzas de los pares de medias. El valor de F vuelve a indicar que existieron diferencias entre las diferencias situaciones experimentales en cuanto a TR, incluso cuando éstas se relacionaban con el factor discapacidad (factor interacción, $p \leq 0.05$). Queda claro que para t10m y t20m, las situaciones se mostraron distintas entre sí, también teniendo en cuenta la discapacidad. Para η^2 indica que el 82.9 % del t10m y 61.9 % del t20m de la variación, se deben a las condiciones del estudio y no al error. En las *figuras 10 y 11* pueden observarse los valores de t10m y t20m para cada una de las muestras (VDA y VsDA) en función de la situación experimental dada.

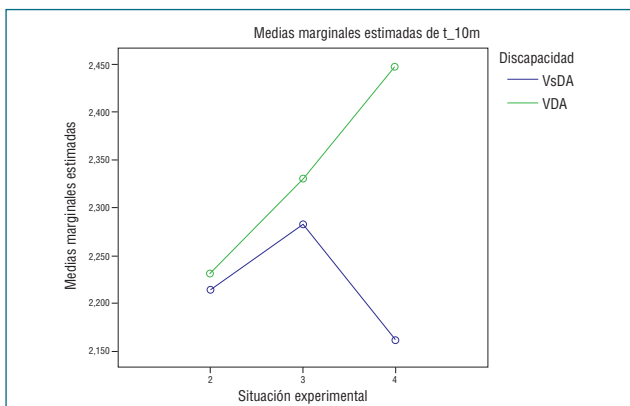


Figura 10. Gráfica de los valores de t10m para cada una de las muestras (VDA y VsDA) en función de la situación experimental dada.

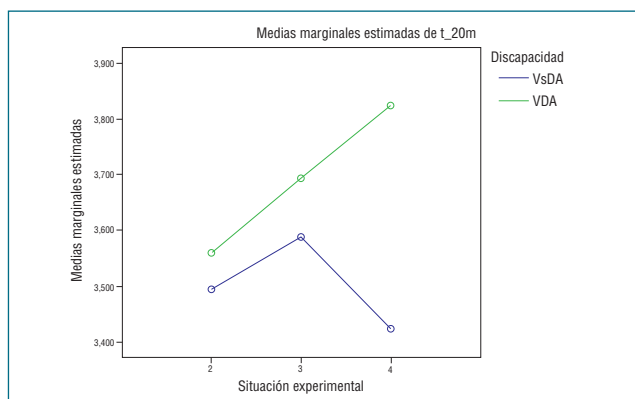


Figura 11. Gráfica de los valores de t20m para cada una de las muestras (VDA y VsDA) en función de la situación experimental dada.

4.3. Resultados del cuestionario de evaluación y satisfacción del dispositivo

Los atletas estudiados que participaron en el estudio habían utilizado para tomar la salida los siguientes sistemas de adaptación por orden de frecuencia: dispositivo luminoso, humo de la pistola de salida, aviso táctil en el hombro o gestual por parte de otra persona, vibración por las ondas sonoras del disparo de pistola, pañuelo a través del juez auxiliar y audifono. La evaluación del dispositivo luminoso fue positiva en relación a la iluminación, comodidad de uso, ubicación y color. Además respecto al tamaño, adecuación del dispositivo y del equipamiento necesario para adaptar al sistema de salida, y el cable, todos ellos fueron percibidos de manera adecuada por los atletas.

La totalidad de los atletas creen rotundamente que el dispositivo luminoso favorecería la adaptación al sistema de salida atlética para permitir una competición inclusiva

La totalidad de los atletas creen rotundamente que el dispositivo luminoso favorecería la adaptación al sistema de salida atlética para permitir una competición inclusiva.

Los resultados referentes al color de las bombillas indican que "Preparados" se prefiere al color rojo, para "Listos" el naranja y el verde para indicar la salida "Ya", como el sistema utilizado para el estudio similar a un semáforo de tráfico.

Para facilitar el manejo del dispositivo sería ideal que fuera inalámbrico y colocarlo justo por delante de los tacos de salida justamente por debajo de la cabeza del atleta con la visión hacia el suelo durante la ejecución de la salida atlética. Todos los velocistas concluyen que el dispositivo luminoso favorecería el rendimiento o mejora de marca en la competición.

No realizaron ninguna apreciación negativa o comentario sobre el dispositivo y el sistema de salida (*tabla 6*).

Tabla 6. Resultados del cuestionario de evaluación – satisfacción de los VDA participantes en el estudio.

	Aspecto a evaluar del dispositivo	N	Respuesta	\bar{x} de 1 a 5
1	Adaptación personal a la salida de carrera atlética en competición real (ordenarlas según frecuencia de uso/experiencia)	9	Pañuelo	3.33
			Vibración	3.55
			Audífono	2.66
			Aviso gestual por parte de otra persona	3.55
			Humo de la pistola de salida	3.88
			Visual luminoso	4
2	Percepción con el dispositivo luminoso (valoración del 1 al 5)	9	Tamaño	3.66
			Color	4.11
			Iluminación	4
			Ubicación	4.11
			Manejo	4.11
			Adecuación del dispositivo y del equipamiento necesario para adaptar al sistema de salida	3.44
			Cable	3
	Aspecto a evaluar del dispositivo	N	Respuesta	Nº respuestas
3	¿Cree que el dispositivo luminoso favorecería su adaptación al sistema de salida en la velocidad de atletismo para permitir una competición inclusiva?	9	Si	9
			No	0
			No estoy seguro	0
4	¿Qué colores prefiere para la instalación en las 3 luces?	9	Preparados: color.....	Rojo: 8 Amarillo: 1 Verde: 1
			Listos: color.....	Naranja: 6 Rojo: 1 Azul: 1
			Ya: color.....	Verde: 8 Azul: 1
			Inalámbrico	8
			Con cable conectado a la pistola de salida	1
			De otra forma, ¿cómo?	0
5	¿Prefiere que el dispositivo luminoso sea.....?	9	En el suelo	9
			Enfrente a 5-10 m de la salida, ¿cuál?	0
6	¿Dónde cree que debería colocarse el dispositivo luminoso?	9	En el suelo	9
			Enfrente a 5-10 m de la salida, ¿cuál?	0
	Aspecto a evaluar del dispositivo	N	Respuesta	\bar{x} de 1 a 5
7	¿Cree que el dispositivo luminoso favorecería el rendimiento o mejora de marca en la competición?	9	(valoración del 1 al 5)	4.77
	Aspecto a evaluar del dispositivo	N	Respuesta	Nº respuestas
8	Algún aspecto de su interés que no haya sido recogido por este cuestionario	0	-	-

5. DISCUSIÓN

La discusión presenta justificación de las diferencias demostradas que el tipo de estímulo y su colocación son clave en el TR de esta prueba, por lo que podríamos argumentar la necesidad de contar con dispositivos luminosos para VDA a la hora de competir con VsDA en una misma prueba, inclusiva.

El tipo de estímulo y su colocación son clave en el TR de esta prueba

En este sentido, proyectos como los dispositivos luminosos de Enkoa (2014) nacen de las dificultades que se habían detectado en parte de los deportistas con discapacidad auditiva a la hora de participar en competiciones con atletas sin discapacidad. Y esos sistemas de salida desarrollados con estímulos visuales en lugar de sonoros para atletas con discapacidad auditiva les permitirían competir en situación de igualdad con atletas sin discapacidad, sin verse afectados por un TR elevado comenzando la carrera con retraso desde la salida, por las diferencias observadas en este estudio (reproducida en la situación experimental 4, EA en este trabajo) que es claramente desfavorecedora para los VDA respecto a VsDA, donde el TR es de 0.396 s vs 0.174 s ($p < 0,05$), respectivamente (*tabla 2, figura 9*). En el caso de los VDA en esa situación experimental 4, aunque percibieran la salida a través del movimiento corporal de su compañero o, en algunos casos, percibiendo las ondas sonoras de la pistola de salida a través de las vibraciones táctiles, podemos ver la amplia diferencia entre los registros de TR por las dos poblaciones, influida decisivamente por la falta de audición por parte de los VDA (*figura 12*).



Figura 12. Reproducción de la situación experimental 4 ante un estímulo auditivo entre un VsDA y un VDA.

Por ello, el uso de dispositivos luminosos desarrollados en la bibliografía (Enkoa, 2014; Soto et al., 2015) para su uso en las salidas atléticas, pueden solucionar la situación de desventaja que se plantea si solo se utiliza el estímulo auditivo convencional (Bressler, 1990; Pérez-Tejero et al., 2011; Soto et al., 2011; Soto-Rey et al., 2014; Soto-Rey et al., 2015). Dicho lo anterior, hemos de decir que, en nuestro conocimiento, solo el presente trabajo e investigación ha demostrado, aplicando el método científico, que el uso de estos dispositivos, en las condiciones técnicas y experimentales indicadas, permite el uso por parte del VDA, usando su mejor TR visual posible (0.191 ± 0.025), que se muestra similar (ns) al TR auditivo de VsDA (0.174 ± 0.021 , *tabla 2*) lo que indica que, para competiciones inclusivas, la salida usando el semáforo (para VDA) y la salida habitual (estímulo sonoro) para VsDA, puede ser una solución equitativa en base a la evidencia demostrada en este estudio. De esta manera, y como referencia, indicar que la media de los TR de los velocistas en la final en los JJOO de Londres 2012 fue de 0.162 ± 0.015 . Asimismo, creemos que estos parámetros sirven de referencia a técnicos deportivos, atletas y futuros trabajos de investigación.

De contar con los dispositivos luminosos, los atletas con discapacidad auditiva no tendrían que modificar los parámetros de la salida atlética

Queda patente pues, a la luz de los resultados obtenidos, que los parámetros de la salida de velocidad de VDA, donde tienen que mantener la vista hacia el juez de salida (Bressler, 1990; Soto-Rey, 2015) (*figura 13 y 14*), se ven condicionados negativamente, ya que no pueden aplicar la técnica ideal descrita por autores como Bravo et al. (1990), Hay (1985) o Pascua et al. (2005). Estos autores 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 queda patente tras este estudio que la utilización en competición de los mismos sería beneficiosa para la inclusión de VDA en competiciones convencionales, lo que abre líneas futuras de investigación.

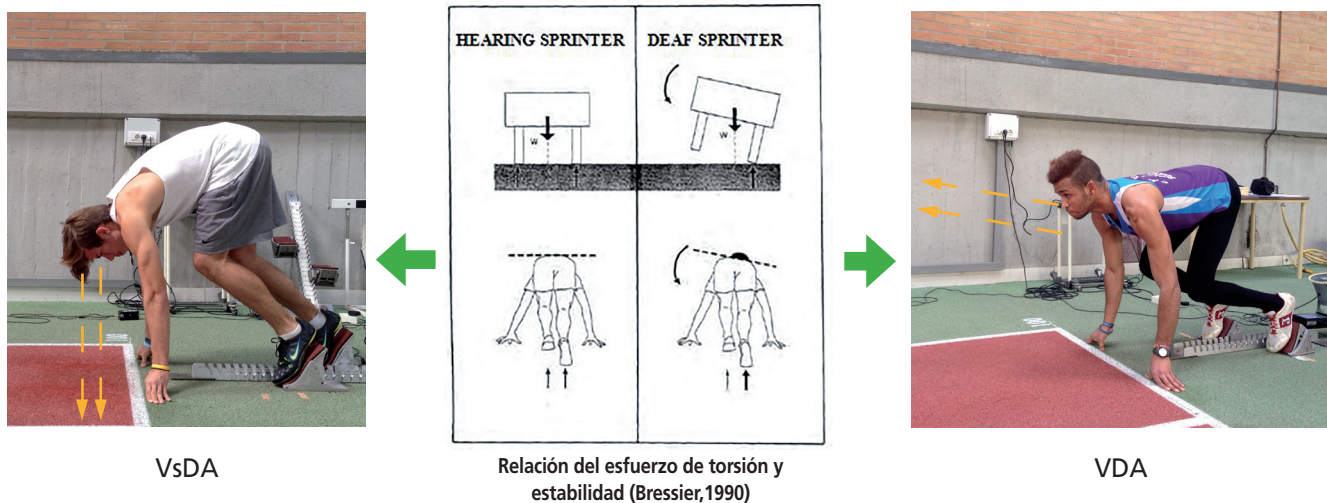


Figura 13. Parámetros corporales de salida real en la posición "Listos" entre un VsDA y un VDA.



Figura 14. Reproducción de salida real en la posición "Listos" entre un VsDA y un VDA, y la solución del dispositivo luminoso para el VDA.

En relación a los resultados sobre la evaluación cualitativa de los VDA sobre el dispositivo luminoso desarrollado (Soto-Rey et al., 2015) y utilizado (tabla 6), todos los atletas opinan claramente que el dispositivo luminoso es muy positivo y que su uso favorecería la adaptación al sistema de salida atlética para permitir una competición inclusiva. Si bien algunos sugieren modificaciones en el dispositivo luminoso como el caso de los colores para las luces, tener una bombilla única y que sea inalámbrico. De esta forma, concluyen que el dispositivo luminoso favorecería la obtención de mayores éxitos o mejoras de marca en la competición.

Igualmente creemos que es necesario difundir los mismos resultados del trabajo con la idea de que los organismos nacionales, continentales e internacionales puedan homologar con un único dispositivo luminoso para la salida de VDA en sus propias competiciones bajo la organización de FEDS, EDSO e ICSD (2014).

En las competiciones de atletismo de los últimos años se utilizaron diferentes métodos de dispositivo luminoso (Rocandio y Cid, 2012; Boswell, 2013; Enkoa, 2014; FEDS, 2014; Deaf Sports Australia, 2015; England Athletics, 2015), por lo que los VDA tuvieron que realizar un proceso de adaptación y familiarización con el dispositivo en un margen corto de tiempo de cara a la competición. Por lo tanto, creemos que implantando un único dispositivo y exclusivo para todos, como el caso de los modelos de tacos de salida aprobados por la IAAF para VsDA (IAAF, 2011; LYNX, 2013) puede que los VDA ahорren tiempo de no tener que adaptar con el dispositivo en cuestión, entrenar con él y concentrarse mejor a su competición, una vez demostrado en este trabajo que su no utilización supone claramente una desventaja en el rendimiento de los VDA en competición inclusiva si no se utiliza.

CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo de investigación son las siguientes:

Los atletas con discapacidad auditiva presentaron un TR mayor en la salida habitual desde los tacos de salida que los velocistas sin discapacidad auditiva, cumpliéndose nuestra hipótesis.

Asimismo, corroboramos la hipótesis de que un estímulo visual en la salida para los velocistas con discapacidad auditiva igualó las condiciones de salida desde tacos entre atletas con y sin discapacidad auditiva.

El análisis estadístico mostró diferencias significativas entre los estímulos visuales y sonoros medidos con el MTR, siendo menor el TR ante el estímulo visual que ante el sonoro tanto para los atletas con discapacidad auditiva como para los que no la presentaron.

Los velocistas con discapacidad auditiva cuando utilizaron el dispositivo en el suelo, fueron más rápidos a la hora de reaccionar que cuando salieron con el dispositivo a 5 m de los tacos de salida, algo que se corrobora en este estudio donde obtuvieron un menor TR, lo que da una idea de la influencia positiva del uso del dispositivo luminoso en el rendimiento en el TR, en el contexto específico de la salida de velocidad atlética.

En relación a los tiempos de desplazamiento, el presente estudio no encontró diferencias significativas en los tiempos de desplazamiento a los 10 m, aunque se presentaron tiempos más cortos cuando los VsDA utilizaron el dispositivo luminoso en suelo, de manera similar a los VDA. Para los tiempos de desplazamiento a los 10 m, solamente se registraron diferencias significativas

en la situación experimental 4 a favor de VsDA. Y en los 20m, se obtuvieron diferencias significativas en las situaciones experimentales 3 y 4 a favor de VsDA.

En cuanto a las diferencias según población objeto de estudio según situación experimental, se registraron diferencias significativas entre ambas poblaciones, VDA y VsDA, siendo más rápidos los VDA que VsDA en la situación experimental 2 (EVsuelo, 0.191 ± 0.025 vs 0.210 ± 0.025 , $p \leq 0.05$, respectivamente) y los VsDA en la situación experimental 4 (EA, 0.396 ± 0.045 vs 0.174 ± 0.021 , $p \leq 0.05$), aunque sin diferencias entre ambos grupos en la situación experimental EV5m.

Todos los atletas opinaron claramente en su cuestionario de evaluación cualitativa que el dispositivo luminoso es muy positivo y que su uso favorecería la adaptación al sistema de salida atlética para permitir una competición inclusiva.

Por todo ello, queda demostrado que, de contar con los dispositivos luminosos como el desarrollado y utilizado en este estudio, los atletas con discapacidad auditiva no tendrían que modificar los parámetros de esa salida atlética, por lo que la utilización en competición de los mismos sería beneficiosa para la inclusión de VDA en eventos de velocidad convencionales.

Las aplicaciones de este trabajo permitirán modificaciones y reflexiones en forma de apoyo al entrenamiento y la competición para el entrenador, o juez de salida en la competición que, creemos, es necesaria para proporcionar a este colectivo una atención adecuada en las salidas, especialmente en situaciones inclusivas de práctica.

BIBLIOGRAFÍA

Bernia, J. (1981). *Tiempo de reacción y procesos psicológicos*. Valencia: Nau Llibres.

Boswell, T. (2013). Sekou Kanneh is lighting the way for future stars of athletics after breaking a 21-year record. Revisado el 4 de Noviembre de 2015, recuperado de <http://www.couriermail.com.au/questnews/southeast/sekou-kanneh-is-lighting-the-way-for-future-stars-of-athletics-after-breaking-a-21year-record/story-fni9r0lo-1226748383492>

Bravo, J., Pascua, M., Gil, F., Ballesteros, J. M., y Campra, E. (1990). *Atletismo (I): carreras y marcha* (Vol. 3). Madrid: Comité Olímpico Español.

Bressler, H. (1990). The Deaf Sprinter: An Analysis of Starting Techniques. *Palaestra*, 6(4), 32-37.

Deaf Sports Australia. (2015). Fact Sheet Sport Modifications. Revisado el 29 de Octubre de 2015, recuperado de http://www.cricketvictoria.com.au/files/pages/coaching-resources/Sport_Modifications_for_the_Deaf.pdf

England Athletics. (2015). Deaf Friendly Athletics Resource. Revisado el 29 de octubre de 2015, recuperado de <http://www.englishathletics.org/shared/get-file.aspx?id=11307&itemtype=document>

Enkoa. (2014). Enkoa desarrolla "Olimpo" un sistema electrónico e inalámbrico para personas con discapacidad auditiva. Revisado el 16 de Marzo de 2015, recuperado de <http://www.enkoa.es/noticias>

Federación Española de Deportes para Sordos. (2014). Federación Española de Deportes para Sordos. Revisado el 29 de Mayo de 2014, recuperado de <http://feds.es/>

Fernández, J. P. (2005). Evolución y Análisis de la Salida Agrupada en la Carrera Atlética de Velocidad. Revisado el 13 de Diciembre de 2012, recuperado de <http://www.g-se.com/a/421/evolucion-y-analisis-de-la-salida-agrupada-en-la-carrera-atletica-de-velocidad/>

Fernández, O. (2010). Historias de los tiempos de reacción. *Atletismo Español*, 635, 60-61.

García, M. T., Martín, Y., y Nieto, A. (1994). *Visión Deportiva*. Madrid: Colegio Nacional de Ópticos – Optometristas, Comisión de Cultura.

Guerrero Morilla, R. R. (2006). *Visión deportiva*. Sevilla: Wanceulen.

Hartman, E., Visscher, C., y Houwen, S. (2007). The effect of age on physical fitness of deaf elementary school children. *Pediatric exercise science*, 19(3), 267-278.

Hay, J. G. (1985). *The biomechanics of sports techniques*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

International Association of Athletics Federations (IAAF). (2011). Reglas de competición 2012-2013. Revisado el 31 de Enero de 2013, recuperado de <http://www.iaaf.org/download/download?filename=b8cee4e7-2007-41a3-aa1a-ba8b6865726e.pdf&urlslug=Competition%20Rules%202012-13>

International Committee of Sports for the Deaf (ICSD). (2014). Deaflympics. Revisado el 29 de mayo de 2014, recuperado de <http://www.deaflympics.com/>

Kurková, P., Válková, H., y Scheetz, N. (2011). Factors impacting participation of European elite deaf athletes in sport. *Journal of sports sciences*, 29(6), 607-618.

LYNX. (2013). ReacTime. Revisado el 12 Diciembre de 2013, recuperado de <http://www.finishlynx.com/es/product/reactime/reactime-false-start-detection/>

Nougier, V., Stein, J. F., y Azemar, G. (1990). Covert orienting of attention and motor preparation processes as a factor success in fencing. *Journal of Human Movement Studies*, 19, 251-272.

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, Departamento de Fisiología, Granada.

Pascua, M., Gil-Sánchez, F., Marín-Sospedra, J., y Federación Española de Atletismo. (2005). *Velocidad, vallas y marcha*. 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., Ocete-Calvo, C., Soto-Rey, J., Charry-Ossa, A., Alonso de Linaje-García, J., y García-Hernández, J. J. (2013). *Centro de Estudios sobre Deporte Inclusivo*. Madrid: Serie de cuadernos del

CEDI-1. Universidad Politécnica de Madrid, Fundación Sanitas y Psypport.

Pérez-Tejero, J., Soto-Rey, J., y Rojo-González, J. J. (2011). Estudio del tiempo de reacción ante estímulos sonoros y visuales. *Motricidad: European Journal of Human Movement*, 27, 149-162.

Rocandio, V., y Cid, A. (2012). Automatic Race Start Detecting Signal for Hearing Impaired Athletes. *European Athletics Innovation Awards 2012*.

Rojo-Lacal, J. I., Soto-Rey, J., Pérez-Tejero, J., y Rojo-González, J. J. (2014). Random system to determine visual and hearing reaction. En R. Reina y J. Pérez-Tejero (Eds.), *Book of abstracts European Congress of Adapted Physical Activity (EUCAPA) 2014*. Madrid: Serie Publicaciones CEDI-5. Universidad Politécnica de Madrid, Fundación Sanitas y Psypport.

Soto, J. (2007). El mejor deportista sordo del siglo XX. En V. Autores (Ed.), *Sordo, y qué?* (pp. 36-60). Madrid: Lo que no existe. Fundación Alares – Fundación CNSE.

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. Revisado el 22 de Enero de 2013, recuperado de http://www.paralimpicsport.org/cida2011/images/stories/cida_a.pdf

Soto-Rey, J., Pérez-Tejero, J., Rojo-González, J. J., y Álvarez-Ortiz, J. C. (2015). Evaluación del tiempo de reacción en velocistas con discapacidad auditiva: estudio piloto. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte (RIPED)*, 10(2), 235-241.

Soto-Rey, J., Pérez-Tejero, J., Rojo-González, J. J., y Reina, R. (2014). Study of reaction time to visual stimuli in athletes with and without a hearing impairment. *Perceptual and Motor Skills*, 119(1), 123-132.

Vogel, J. (2014). Hearing and sports: a bidirectional interaction. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte* 38(10), 285-287.

Wierzbicka-Damska, I., Samolyk, A., Jethon, Z., Wierciska, J., y Murawska-Ciałowicz, E. (2005). Physical efficiency of 10-16-year-old boys with hearing impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(Suppl 1), 1167-1169.



FIAPAS

CONFEDERACIÓN
ESPAÑOLA
DE FAMILIAS
DE PERSONAS SORDAS

