

ESTUDIO DEL TIEMPO DE REACCION ANTE ESTIMULOS VISUALES EN DEPORTISTAS CON Y SIN DISCAPACIDAD AUDITIVA: APLICACIONES DEPORTIVAS

Javier Soto, Javier Pérez, Javier Rojo

Centro de Estudios sobre Deporte Inclusivo (CEDI), Facultad de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte (INEF), Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

Este estudio plantea la siguiente hipótesis: el TR ante estímulos visuales es más rápido en deportistas con discapacidad auditiva que los sin discapacidad, lo que cobraría gran importancia en algunas pruebas deportivas. Para ello, se diseñó un estudio de tipo correlacional, analizando las diferencias en el TR electivo manual según estímulos visuales en dos muestras de sujetos físicamente activos: un grupo de personas sin discapacidad (n=79, edad $22,6 \pm 3,7$ años) y otro con discapacidad auditiva (n=44, edad $25,6 \pm 5,0$ años), ambas en relación los factores género, nivel de práctica deportiva y tipo de deporte practicado. Para la medición del TR se utilizó el programa SuperLab[®], comparándose el TR ante estímulos visuales por cada sujeto participante con y sin discapacidad mediante un test T para muestras independientes, estableciendo el nivel de significación en $\alpha \leq 0,05$. Los resultados obtenidos muestran que el TR medio fue significativamente menor ante estímulos visuales para deportistas con sordera que para deportistas sin discapacidad ($p < 0,01$). Distinguiendo por género y grupo, se hallaron diferencias significativas respecto de los varones ($t(84) = 4,71$; $p < 0,01$) y respecto a las mujeres ($t(35) = 4,70$; $p < 0,01$), lo que presenta TR más cortos para deportistas con

discapacidad auditiva para ambos géneros. Así mismo, se registraron diferencias significativas en el TR visual en cuanto al nivel deportivo ($p < 0,01$) y según tipo de deporte (colectivo vs individual; $p < 0,01$), a favor en ambos casos de los deportistas con discapacidad auditiva, presentando TR más cortos. Las aplicaciones futuras de este estudio son múltiples, especialmente aquellas relacionadas con el estudio y adecuación de los estímulos de salida para atletas con discapacidad auditiva en pruebas deportivas.

Palabras clave: tiempo de reacción, estímulo visual, discapacidad auditiva, deporte.

ABSTRACT

This study raises the following hypotheses: the reaction time (RT) to visual stimuli is faster in athletes with hearing impairment than those without disabilities, which takes importance in some sporting events. To do this, we designed a correlational study, analyzing the differences in elective RT manual as visual stimuli in two samples of physically active subjects: a group of people without disabilities ($n = 79$, age 22.6 ± 3.7 years) and a group of people with hearing disability ($n = 44$, age 25.6 ± 5.0 years), both in relation to factors such as gender, level of sport and sport practice. To measure RT SuperLab[®] program was used, comparing RT to visual stimuli for each individual participant with and without disability using a test T for independent samples, establishing the level of significance $\leq \alpha 0.05$. The results show that average RT was significantly lower to visual stimuli to deaf athletes than athletes without disability ($p < 0.01$). Distinguishing by gender and group, significant differences were found for men ($t(84) = 4.71$, $p < 0.01$) and for women ($t(35) = 4.70$, $p < 0.01$), with shorter RT for athletes with hearing impaired in both genders. Likewise, significant differences in the visual RT were found for those subjects who

compete or not ($p < 0.01$) and by type of sport (individual vs. collective, $p < 0.01$), in both cases in favour of athletes with hearing impairment, presenting shorter RT. Future applications of this study are discussed, especially those related to the design and development of visual stimuli devices for hearing impaired athletes in sporting inclusive events at the start.

Key words: reaction time, visual stimulus, hearing impairment, sport.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo va encaminado al estudio del tiempo de reacción (TR) visual en deportistas y la posible influencia de la discapacidad auditiva. Es conocido que el TR es una faceta muy importante en el entrenamiento y rendimiento deportivo. Son numerosos los autores en la bibliografía que han definido TR con pequeñas diferencias entre ellos (Woodworth y Scholoberg, 1954; Drouin y Larivière, 1974; Karpovitch, en Drouin y Larivière, 1974; Bernia, 1981; Clarke y Glines, 1962, en Martínez, 2003), viniendo a indicar todas ellas, de una u otra forma, que el TR es aquel que transcurre entre la aparición del estímulo y la realización de la respuesta. Roca (1983) define el TR como el que transcurre desde el inicio de un estímulo elicitor y el inicio de la respuesta del sujeto. Tudela (1989) precisa el TR como la cantidad de tiempo transcurrido desde la aparición de un estímulo hasta la iniciación de la respuesta correspondiente. Son varios los factores que influyen sobre el TR, éstos se pueden englobar en aquellos relacionados con factores dependientes del sujeto y aquellos relacionados con el estímulo. Para los primeros, están los factores propios del sujeto como el estado físico, calentamiento, fatiga, motivación, etc., miembro corporal con el que se realiza la respuesta y otras características como la edad, género, sustancias administradas (como la cafeína o

medicamentos), tipo de deporte y nivel de deporte (Henry y Rogers, 1960; Sage, 1977; Roca, 1983). Entre los factores relacionados con el estímulo podemos indicar las características físicas del estímulo, posición inicial, medio de transmisión del estímulo, intensidad del estímulo, anteperiodo, complejidad del movimiento o influencia del color en el estímulo. Respecto a los factores neurológicos que influyen sobre el TR podemos indicar el órgano receptor, la longitud de la vía sensorial, el tipo de axones o el número de sinapsis (Guyton, 1997; Cardinali, 2007). El cerebro necesita un periodo mínimo de captación del estímulo visual de 60-70 ms (García, 2004) para poder así interpretar, y posteriormente establecer la respuesta y ejecutarla, lo que junto a la fiabilidad del instrumento utilizado, daría lugar al TR. En relación a la localización segmentaria de la respuesta motora, se puede clasificar el TR en “tiempo de reacción corporal” (del miembro inferior o de cualquier otra parte del cuerpo) o “tiempo de reacción manual” (de las manos); mientras que en función del número de alternativas o estímulo-respuesta posibles se suelen clasificar como “tiempo de reacción simple” y si son más de una “tiempo de reacción electiva” (Martínez, 2003). Por ejemplo, las salidas en las pruebas de velocidad que se dan en los deportes individuales como el atletismo o la natación son el ejemplo más claro de TR en el deporte. Ésta es una situación típica del TR simple en la que hay un estímulo (normalmente acústico, como el disparo de una pistola) y una respuesta que consiste en iniciar la carrera (Henry, 1952). Casi todos los movimientos rápidos que se requieren en el deporte conllevan una reacción; por eso el TR es parte y componente de la velocidad (Fernández, 2010). Encontramos estudios de que las personas con discapacidad sensorial compensan sus deficiencias con un mayor desarrollo de otras vías sensoriales (compensación), como en el caso de las personas sordas (Álvarez, 2004; Pérez, 2007). Diferentes estudios parecen demostrar que las

personas con discapacidad auditiva poseen mayor agudeza visual que las personas sin discapacidad (Borodulin-Nadzieja et al., 1999; Sladen et al., 2005; Gkouvatzki et al., 2010). Codina et al. (2011), en este sentido, comprobaron que los niños analizados con edades de entre 5 y 10 años tuvieron un tiempo de reacción más grande ante estímulos luminosos en su campo de visión periférica que los niños sin discapacidad auditiva de la misma edad. Sin embargo, a las edades de 11 y 12 años, los niños con y sin discapacidad auditiva reaccionaron igual de rápido. Y los adolescentes sordos de entre 13 y 15 años reaccionaron más rápidamente que los adolescentes de igual edad y con discapacidad auditiva. Sin embargo, en relación a población deportiva, no hemos encontrado ningún estudio que distinga entre poblaciones con y sin discapacidad, lo que a nuestro juicio tendría grandes aplicaciones en el desarrollo de competiciones conjuntas. Por todo lo anterior, el objetivo del presente estudio fue analizar las diferencias entre el TR ante un estímulo visual en deportistas con y sin discapacidad en una muestra suficiente de sujetos físicamente activos. Tras ello, se compararon las diferencias según los factores género, nivel competitivo y tipo de práctica deportiva.

MÉTODO

La metodología utilizada en este estudio fue de tipo correlacional, comparando los resultados del TR según vía visual en dos grupos, uno de personas con discapacidad auditiva y otro sin ella. Además, ambos grupos fueron caracterizados y estudiados en función del género, nivel de práctica deportiva y tipo de deporte practicado.

Muestra

En el estudio participaron 80 voluntarios sin discapacidad, todos ellos estudiantes la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte - INEF de la Universidad Politécnica de Madrid, con edades comprendidas entre 18 y 35 años (\bar{X} 22,6±3,7años)

y 44 voluntarios con sordera deportistas de la Federación Madrileña de Deportes para Sordos (FMDS) y Federación Española de Deportes para Sordos (FEDS), con edades comprendidas entre 16 y 36 años (\bar{X} 25,6 \pm 5,0 años). Todos ellos fueron sujetos sanos, habían dormido suficiente, y no tomaron sustancias que pudieran alterar su TR (sustancias excitantes o depresoras), salvo un sujeto sin discapacidad, que fue excluido del estudio por haber tomado betabloqueantes. Por ello, la muestra final fue de 79 sujetos para el grupo sin discapacidad, de los cuales 59 fueron hombres (74%) y 20 mujeres (26%), y, para el grupo con discapacidad auditiva 44 sujetos, de los cuales 27 fueron hombres sordos (61%) y 17 mujeres sordas (39%). La muestra se obtuvo por el procedimiento de selección aleatoria (Thomas y Nelson, 2007) mediante difusión del proyecto en los puntos informativos de la Facultad y en un evento deportivo para sordos. Se determinó una proporción de género en la muestra lo más cercana a la real para el actual curso académico, que es de aproximadamente un 30% de mujeres sobre el total, con el objeto de obtener una muestra representativa de la población de estudiantes de la facultad. Sin embargo, y a efectos de fundamentar los hallazgos del estudio, la muestra como hemos indicado fue de 79 sujetos sin discapacidad y 44 con discapacidad auditiva. El objetivo del estudio fue explicado previamente a todos los participantes, informando todos ellos favorablemente sobre su consentimiento para la realización de las pruebas y participación en el estudio.

Material

Se utilizó una hoja de registro diseñada al efecto de recoger los datos de cada sujeto: género, edad, deporte que practicaba, deporte en el que competiría, tiempo que llevaba compitiendo en el deporte, si tomaba alguna medicación, si había consumido alguna bebida energética, si había consumido algún tipo de sustancia que pueda alterar el

estudio de TR, número de horas de sueño que realiza diariamente y horas de sueño que disfrutó el día en que se realizaron las pruebas. También en esta hoja se registraban los datos de registro del TR visual. Para medir el TR, la variable principal de nuestra investigación, se utilizó el programa informático "SuperLabPro"[®], versión 2.0. Su principal ventaja es que permite al propio investigador diseñar la tarea en función de los objetivos de su trabajo. Este instrumento registra todos y cada uno de los tiempos correspondientes a los ensayos, incluso los tiempos de los descansos y de las instrucciones en función de los intereses del investigador. Según el manual del fabricante de este programa (SuperLab Pro, 2008), la fiabilidad del teclado tiene una desviación estándar de $\pm 0,033$ ms. El programa registra el tiempo empleado por el sujeto en responder a cada uno de los estímulos y los exporta y almacena en una hoja de cálculo, generando un dato de TR visual registrado y exportado en tiempo real. Para el registro de los datos se utilizó un ordenador portátil modelo ASUS Eee PC 1005 con una pantalla de 10,1 pulgadas (1024 x 600 píxeles).

Protocolo experimental

La toma de datos se realizó en unas condiciones idóneas para la realización de las pruebas. El contexto experimental fue diseñado para favorecer la comodidad y tranquilidad durante la pruebas. Se utilizó un lugar tranquilo, una mesa y una silla donde el sujeto estuvo cómodo frente al ordenador, con una iluminación adecuada, sin llegar a deslumbrar y que permitió una adecuada visión de la pantalla. El sujeto, en posición de sentado se encontraba frente a la pantalla del ordenador, situando a unos 40 cm., con el pulsador algo más próximo, a una distancia de 30 cm. En nuestro estudio, cada sujeto realizó todo el proceso de medición en una única sesión. Cada sujeto antes de comenzar el experimento, recibía las instrucciones e información previa sobre el

objetivo del estudio, en qué consistía la tarea y se le permitía un ensayo previo para familiarizarse con el protocolo, asegurando así a los investigadores que la explicación había sido comprendida. Después rellenaban la hoja de registro y a continuación realizaban el experimento, consistente en seis estímulos visuales, con un tiempo variable entre dichos estímulos, previamente fijado por los investigadores. A pesar de que las instrucciones para la realización de la prueba aparecían por escrito en la pantalla del ordenador, antes de iniciarse ésta se les explicó cómo se debía de realizar, insistiendo en que la respuesta debía ser lo más rápido posible tras la aparición del estímulo. La respuesta motora al aparecer el estímulo consistió en presionar la tecla “B” del teclado del ordenador, con el dedo índice de la mano dominante que previamente se colocaba sobre dicha tecla, para evitar variaciones en el recorrido hacia el teclado o en la identificación de la tecla. La duración aproximada del experimento fue de unos 5 minutos. Durante la toma de datos, la colocación del experimentador y otros detalles fueron cuidados para evitar que se produjeran anticipaciones o pérdidas de atención. El experimentador se colocaba detrás del aparato, fuera de la vista del sujeto cuidando en todo momento que no se produjera ruido ambiente, manteniendo uniforme el contexto experimental. El investigador anotaba el orden del registro y tiempos de reacción de cada uno de los ensayos. Como estímulo visual se empleó un círculo verde, de diámetro de 5,50 cm que aparecía sobre el fondo blanco de la pantalla, para que el contraste fuera el adecuado: el sujeto debería responder a un estímulo visual de color verde con forma de un círculo que aparecía sobre el fondo blanco. Debido a que el TR puede variar en función de si el estímulo se produce en el punto de fijación de la mirada del sujeto o se produce más alejado de éste punto, se decidió que todos los estímulos visuales

diseñados en el experimento deberían estar a la misma distancia, por lo que se eligió que todos aparecieran en el mismo centro de la pantalla.

Procedimientos estadísticos utilizados

Con el fin de analizar la distribución de los datos y su normalidad, se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnof. Dicha prueba arrojó resultados de normalidad para cada una de las variables analizadas, por lo que en el estudio se aplicó estadística paramétrica. Como medidas descriptivas, para cada variable se calcularon el máximo, mínimo, media y la desviación estándar. Para el estudio del TR visual se utilizó el valor medio de los valores obtenidos usando la media recortada para cada sujeto y estímulo: de los 6 registros de TR, fueron eliminados el mínimo y el máximo, dejando pues 4 estímulos visuales por sujeto, evitando así posibles errores por cansancio, despiste, anticipación, etc. Los resultados son indicados según TR visual (en milésimas de segundo, ms), género, tipo de deporte (deportes individuales y colectivos) y nivel deportivo (si el sujeto compite o no). Una prueba T para muestras independientes fue utilizada para estudiar las posibles diferencias entre TR visual entre ambos grupos. Para evaluar las posibles diferencias según factor, se realizó la prueba T de Student para la comparación de medias para muestras independientes. Para todos estos tratamientos 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.

RESULTADOS

En la muestra estudiada para deportistas sin discapacidad (n= 79), los estímulos visuales arrojaron una media de $0,322 \pm 0,064$ s. (mínimo 0,195 y máximo 0,499 s.), mientras en la muestra para sordos (n= 44) presentaron una media de $0,252 \pm 0,053$ s. (mínimo

0,187 y máximo 0,610 s.), mostrando la prueba T diferencias significativas entre ambos grupos ($t(121) = 6,081$; $p < 0,01$) siendo significativamente menor para deportistas con discapacidad auditiva (figura 1).

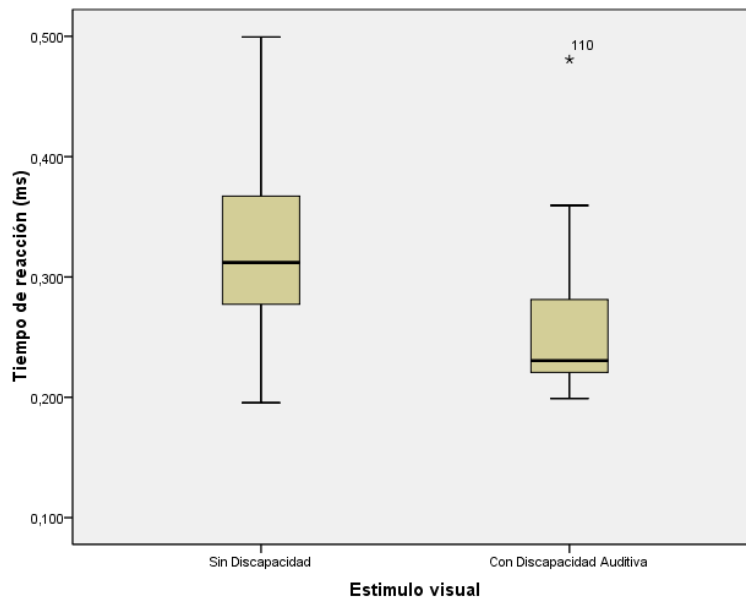


Figura 1. Resultados estadísticos descriptivos del estímulo visual en diagrama de cajas.

En cuanto a la evaluación de las diferencias entre géneros según grupo con o sin discapacidad (ver tabla 1), se realizó una prueba T para muestras independientes, en la que se hallaron diferencias significativas respecto de los varones ($t(84) = 4,71$; $p < 0,01$) y respecto a las mujeres ($t(35) = 4,70$; $p < 0,01$), lo que presenta TR más cortos para deportistas con discapacidad auditiva para ambos géneros. Analizando los resultados dentro de cada grupo (oyentes y sordos por separado) y, dentro de él, las diferencias según género (ver tabla 2) se encontraron diferencias significativas en el grupo sin discapacidad a favor de los varones mostrando un menor TR, mientras que estas diferencias no se encontraron entre el género del grupo de deportistas con sordera.

Género	Grupo	N	Media	Desviación típica	p
Varones	Sin discapacidad	59	0,311	0,060	<0,01
	Con discapacidad	27	0,245	0,057	
Mujeres	Sin discapacidad	20	0,354	0,067	<0,01
	Con discapacidad	17	0,262	0,046	

Tabla 1. Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en TR según género (en ms.).

Grupo	Genero	N	Media	Desviación típica	p
Sin discapacidad	Varón	59	0,311	0,060	0,010
	Mujer	20	0,354	0,067	
Con discapacidad	Varón	27	0,245	0,057	0,327
	Mujer	17	0,262	0,047	

Tabla 2. Resultados estadísticos descriptivos de cada género en TR según grupos (en ms.).

En la tabla 3, se muestran los resultados según tipo de deporte en cada grupo (oyentes y sordos), encontrándose diferencias significativas en el grupo de personas sordas a favor de los deportes individuales con un TR más corto, mientras que estas diferencias no se encontraron entre el tipo de deporte en el grupo de deportistas sin discapacidad. En la tabla 4, se puede observar que las medias de los TR son menores para los deportistas con discapacidad auditiva en deportes colectivos que para los que no poseen discapacidad. El número de sujetos estudiados en este apartado es menor a los anteriores debido a que 3 de los 79 participantes sin discapacidad y 5 de los 44 sordos no han respondido al deporte que practica habitualmente. Se compararon el tipo de deporte (practicantes de deportes colectivos y de individuales) según grupos, con una prueba T para la comparación de medias en muestras independientes, donde las diferencias resultaron ser estadísticamente significativas (Colectivos $t(67) = 2,69$; $p = 0,009$) (Individuales $t(44) = 5,24$; $p < 0,01$).

Grupo	Tipo de deporte	N	Media	Desviación típica	p
Sin Discapacidad	Colectivos	49	0,318	0,061	0,453
	Individuales	27	0,330	0,073	
Con Discapacidad Auditiva	Colectivos	20	0,273	0,067	0,037
	Individuales	19	0,235	0,032	

Tabla 3. Resultados estadísticos descriptivos de cada grupo en TR según el tipo de deporte (en s.).

Tipo de deporte	Grupo	N	Media	Desviación típica	p
Colectivos	Sin discapacidad	49	0,318	0,061	0,009
	Con discapacidad auditiva	20	0,273	0,067	
Individuales	Sin discapacidad	27	0,330	0,073	<0,01
	Con discapacidad auditiva	19	0,235	0,032	

Tabla 4. Resultados estadísticos descriptivos de cada tipo de deporte en TR según grupos (en ms.).

En relación al nivel deportivo y su influencia sobre el TR, los resultados del análisis de comparación de medias según grupo (análisis intergrupo) nos muestra que los deportistas con discapacidad auditiva que compiten habitualmente tienen un TR visual más bajo que los deportistas con discapacidad que no compiten, es decir, son más rápidos ante estímulos visuales (ver tabla 5), aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Sin embargo, la prueba T para la igualdad de medias encontró diferencias significativas dentro de cada grupo (análisis intragrupo) a favor de los sujetos que compiten respecto de los que no (tabla 6).

Grupo	Nivel deportivo (Si el sujeto compite o no)	N	Media	Desviación típica	p
Sin Discapacidad	Si	52	0,315	0,065	0,240
	No	27	0,333	0,062	
Con Discapacidad	Si	27	0,258	0,063	0,315
	No	17	0,241	0,032	

Tabla 5. Resultados de cada grupo en TR según si el sujeto compite o no (en ms.).

Nivel deportivo (Si el sujeto compite o no)	Grupo	N	Media	Desviación típica	p
Si	Sin discapacidad	52	0,315	0,065	<0,01
	Con discapacidad	17	0,241	0,032	
No	Sin discapacidad	27	0,333	0,062	<0,01
	Con discapacidad	27	0,258	0,063	

Tabla 6. Resultados estadísticos descriptivos de cada nivel deportivo en TR según grupos (en s.).

DISCUSIÓN

Tras el marco teórico planteado, en base a la necesidad del estudio del TR en los deportes la influencia o no de la discapacidad auditiva, planteamos este original estudio. En nuestro caso, el análisis estadístico muestra diferencias significativas entre los dos grupos (con y sin discapacidad auditiva) en el TR visual ($p < 0,01$), siendo menor el TR para deportistas con discapacidad auditiva. Borodulin-Nadzieja et al. (1999), Sladen et al. (2005) y Gkouvatzí et al. (2010) presentan resultados similares a los hallados en el presente estudio, afirmando que las personas con discapacidad auditiva tienen menor TR. Para Codina et al. (2011), si bien los niños que siempre han sido sordos reaccionan más lentamente ante objetos situados en su campo de visión periférica, cuando se les compara con niños dotados de capacidad auditiva, los adolescentes y adultos sordos de nacimiento son capaces de reaccionar con mayor rapidez que sus homólogos de igual edad y con capacidad auditiva ante objetos situados en su campo de visión periférica. En ese estudio se comprobó que los niños analizados con edades de entre 5 y 10 años tuvieron un tiempo de reacción más grande ante estímulos luminosos en su campo de visión periférica que los niños sin discapacidad auditiva de la misma edad. Sin embargo, a las edades de 11 y 12 años, los niños con y sin discapacidad auditiva reaccionaron igual de rápido. Y los adolescentes sordos de entre 13 y 15 años reaccionaron más rápidamente que los adolescentes de igual edad y con discapacidad auditiva. Nuestro

estudio, además de reforzar estos hallazgos, incluye variables de práctica deportiva, que arrojan luz a las posibles aplicaciones en los sistemas de salida adaptados a esta población.

El género es otra de las variables que se relacionan con el TR (Roca, 1983). Se han encontrado diferencias con resultados de TR menores en hombres que las mujeres, siendo solo significativas para el estímulo visual del grupo de deportistas sin discapacidad. En la misma línea de nuestros resultados están las conclusiones de Henry y Rogers (1960) con varones y mujeres adolescentes. De igual forma Labajos (1987), Duarte y cols. (2003) o Gursoy (2010) encontraron diferencias entre los valores de TR presentados entre individuos de género femenino y masculino, apuntando esas diferencias hacia un menor TR para los hombres, sea cual fuere su edad, para deportistas sin discapacidad. Por otro lado, en el grupo de deportistas sordos encontramos resultados similares en los estudios de Borodulin-Nadzieja et al. (1999). Por otro lado, en cuanto a la evaluación de las diferencias entre géneros según grupo con o sin discapacidad, se hallaron diferencias significativas respecto de los varones y respecto a las mujeres, lo que presenta TR más cortos para deportistas con discapacidad auditiva para ambos géneros.

En cuanto al tipo de deporte practicado, en la muestra estudiada, se obtuvieron mejores resultados en las medias de los TR para los practicantes de deportes colectivos que los practicantes de deportes individuales, aunque la prueba "T" no muestra diferencias significativas en los dos grupos para dicha variable. Parece no existir un consenso en relación a la variación del TR según el tipo de deporte, puesto que los resultados encontrados por los diferentes autores que se ocupan de esta problemática son contradictorios. Los resultados obtenidos en el presente estudio apuntan a que los

practicantes sin discapacidad en deportes colectivos reaccionan más rápidamente en tareas de TR (ns), aunque sí se encuentran diferencias significativas en el grupo con discapacidad auditiva a favor de aquellos practicantes de deportes colectivos (ver tabla 4), lo que estaría en consonancia con los resultados obtenidos por Alves (1985, en Duarte y cols., 2003) y Tavares (1993, en Duarte y cols., 2003). Sin embargo, en la evaluación de las diferencias entre tipo de deporte según grupo con o sin discapacidad, se observaron diferencias significativas respecto de los deportes colectivos y respecto a los individuales, lo que muestra TR más cortos para deportistas con discapacidad auditiva para ambos tipos de deporte.

En nuestro estudio, los deportistas que no compiten son físicamente activos, sin embargo, al analizar los resultados para los deportistas que compiten habitualmente frente a los que no lo hacen, encontramos diferencias significativas entre los dos grupos (ver tabla 6), por lo que coincidimos con los estudios que afirman que los deportistas de mayor nivel tienen un TR más bajo (Galilea, 1983; Martínez, 2003). En relación al estudio del TR según nivel deportivo, Nougier y otros (1990), utilizaron en esgrima una tarea general, no específica de este deporte, para comparar expertos y novatos, siendo los primeros mejores en todas las tareas. La complejidad de las tareas que utilizaron hace que parezca lógico que aquellos que tienen mayor experiencia en comprender las tareas, por su entrenamiento en este deporte, tiendan a realizar mejor las tareas complejas que se presenten en competición. Por otro lado, Pinillos (2010), en su investigación ha podido comprobar cómo el entrenamiento continuado del karate permite mejorar el TR y que, a través de ellos, se puede mejorar, sin duda, la velocidad de anticipación del karateca. Asimismo, podemos contrastar estos estudios con la investigación de Duarte y cols. (2003), donde afirman que la influencia del

entrenamiento sobre el TR ha sido estudiada en población "normal" (entendida como población normal aquella sin deficiencias visuales) y parece evidente la influencia de la práctica deportiva sobre el TR, permitiendo acortar el tiempo que separa la presentación de un estímulo y la respuesta motriz al mismo (Whiting, 1979; Alves, 1990; Tavares, 1993; en Duarte y cols., 2003).

Coincidimos con McLeod y Jenkins (1991, en Duarte y cols., 2003), en que el efecto de la práctica deportiva es factor determinante en la reducción del TR en atletas versus no atletas. También estamos de acuerdo con Whiting (1979, en Duarte y cols., 2003) y Alves (1982, en Duarte y cols., 2003) que señalaron la influencia del entrenamiento deportivo en el TR, resultando en mejoras de centésimas o incluso décimas de segundo. Sin embargo, otros autores como Nougier y cols. (1990) sugieren que, a pesar de haber verificado en sus estudios algunas diferencias en el TR relativo a la práctica deportiva, opinan que la disminución del TR, por sí misma, es un parámetro insuficiente para hacer estimaciones en relación al efecto de la práctica deportiva. Estudios de Roca (1983), Plou (1991, en García y cols., 1994), Alves (1985, en Duarte y cols., 2003) y Tavares (1993, en Duarte y cols., 2003), fueron muy pertinentes para poder determinar la importancia relativa que el TR tiene para cada deporte, indicando que las habilidades visuales son entrenables y pueden mejorar el rendimiento del sistema visual para así transferirlo a la ejecución deportiva. Investigaciones llevadas a cabo por autores como Westerlund y Tuttle (1931, en Martínez, 2003), encontraron que los sujetos de alto rendimiento deportivo en atletismo tenían TR más cortos que atletas de distancia corta, media y larga que no eran campeones nacionales. Las conclusiones de Keller (1942, en Martínez, 2003) van en la misma dirección, los deportistas con éxito deportivo tienen menor TR corporal. Por otro lado, Mc Leod y Jenkins (1991, en Duarte y cols., 2003),

mostraron el efecto de la práctica deportiva como factor determinante en la reducción del TR en atletas versus no atletas. También indicamos a Whiting (1979, en Duarte y cols., 2003) y a Alves (1982, en Duarte y cols., 2003) que señalaron la influencia del entrenamiento deportivo en el TR, resultando en mejoras de centésimas o incluso décimas de segundo. Según García y cols. (1994), los especialistas en visión deportiva asumen que los sujetos deportistas tienen mejores habilidades visuales que los no deportistas, y los buenos deportistas mejores que los deportistas con peores resultados.

Llegados a este punto, podemos afirmar que el hecho de haber demostrado que existen diferencias en el TR entre ambos grupos en el estímulo visual, es un hecho que condiciona, por ejemplo, aspectos deportivos como las salidas en las pruebas de velocidad que se dan en los deportes individuales, como el atletismo, la natación o en los deportes de combate. Son muchos los deportes en los que el TR juega un importante papel, de modo que un ínfimo descenso del TR puede hacer que se consiga el objetivo deseado. En estos movimientos rápidos el TR es una fase que tiene una duración, y que puede hacer que se llegue tarde al objetivo, especialmente, pensemos, en deportistas con discapacidad auditiva. Además este estudio muestra que los deportistas sordos pueden disponer de cierta ventaja sobre las personas sin discapacidad en cuanto a su TR visual.

Por ese motivo, creemos que se hace necesario desarrollar, por ejemplo, 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, siendo para nosotros una de las líneas de investigación para el futuro.

CONCLUSIONES

Podemos destacar que en la muestra estudiada que el TR ante estímulos visuales es menor para deportistas con discapacidad auditiva que ante deportistas sin discapacidad, cumpliéndose la hipótesis planteada en este estudio. Además, el TR presenta más corto para ambos géneros en ambos grupos (con y sin discapacidad auditiva), resultando en estadísticamente diferencias significativas. Además, se obtuvieron diferencias significativas al comparar en los dos grupos en el tipo de deporte (practicantes de deportes colectivos y de deportes individuales) y en relación a sujetos que compiten y que no lo hacen obteniendo, resultados más rápidos para deportistas con discapacidad auditiva.

REFERENCIAS

- Álvarez, D. (2004). *La sordoceguera un análisis multidisciplinar*. Madrid: ONCE.
- Bernia, J. (1981). *Tiempo de reacción y procesos psicológicos*. Valencia: Nau Llibres.
- Borodulin-Nadzieja, L., Thannhäuser, J., Buldanczyk, A., y Jurecka, M. (1999). *Simple and differential reactions times in children with hearing sense disorders who grow up and develop in various environmental conditions*. *Journal of human kinetics*, 21(2), 79-94.
- Cardinali, D.P. (1997). *Manual de Neurofisiología* (7ª ed). Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Codina, C., Buckley, D., Port, M., y Pascalis, O. (2011). Deaf and hearing children: a comparison of peripheral vision development. *DevSci*, 14(4), 725-737.

- Drouin, D., y Larivière, G. (1974). Le temps de réaction et le temps de mouvement des gardiens de but. *Mouvement*, 9, 21-25.
- Duarte, A.M., Costa, C., y Moura, J.A. (2003). Tiempo de reacción en individuos, practicantes y no practicantes de actividad deportiva. *Integración. Revista sobre ceguera y deficiencia visual*, 41, 7-14.
- Fernández, O. (2010). Historias de los tiempos de reacción. *Atletismo Español*, 635, 60-61.
- Galilea, B. (1983). Tiempo de reacción y deporte: una aproximación empírica. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, 20, 119-123.
- García, M.T., Martín, Y., y Nieto, A. (1994). *Visión Deportiva*. Madrid: Colegio Nacional de Ópticos – Optometristas, Comisión de Cultura.
- García, G., Tavera, J., y Liras, V. (2004). *Influencia del color en el tiempo de reacción*. Centro Optometría Internacional. En: <http://www.fundacionvisioncoi.es/TRABAJOS%20INVESTIGACION%20COI/3/Influencia%20del%20color%20en%20el%20tiempo%20de%20reacci%C3%B3n.pdf>. Consultado el 6 de Abril de 2011.
- Gkouvatzis, A.N., Mantis, K., y Kambas, A. (2010). Comparative study of motor performance of deaf and hard of hearing students in reaction time, visual-motor control and upper limb speed and dexterity abilities. *International Journal of Special Education*, 2 (25), 15-25.
- Gursoy, R. (2010). Sex differences in relations of muscle power, lung function, and reaction time in athletes. *Perceptual and Motor Skills*, 110 (3), 714-720.
- Guyton, A.C. (1997). *Anatomía y fisiología del Sistema Nervioso: neurociencia básica* (2ªed.). Madrid: Médica Panamericana.

- Henry, F.M. (1952). Independence of Reaction and Movement Times and Equivalence of Sensory Motivators of Faster Response. *Research Quarterly*, 23, 43-53.
- Henry F.M., y Rogers, D.E. (1960). Increased Response Latency for Complicated Movements and A “Memory Drum” Theory of Neuromotor Reaction. *Research Quarterly*, 31, 448-458.
- Labajos, A. (1987). Aproximación científica al factor velocidad en escolares de 11 y 12 años de ambos sexos. *Revista de Investigación y Documentación sobre las Ciencias de la Educación Física y del Deporte*, 43 (6), 59-81.
- Martínez, O. (2003). *El tiempo de reacción visual en el kárate*. Tesis no publicada, Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior Arquitectura, Madrid.
- 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.
- Pérez, J.L. (2007). *Importancia del aparato auditivo y del aparato vestibular en el entrenamiento del velocista discapacitado visual*. [Enhttp://www.efdeportes.com/efd113/aparato-auditivo-en-el-entrenamiento-del-velocista-discapacitado-visual.htm](http://www.efdeportes.com/efd113/aparato-auditivo-en-el-entrenamiento-del-velocista-discapacitado-visual.htm) .Consultado el 30 de Noviembre de 2011.
- Pinillos, M. (2010). *La velocidad de anticipación: concepto clave en la psicología del karate*. Unpublished Tesis, Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación, Madrid.
- Roca, J. (1983). *Tiempo de reacción y deporte*. Barcelona: Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya.

- Sladen, D.P., Tharpe, A.M., Ashmead, D.H., y Grantham, D.W. (2005). Visual Attention in Deaf and Normal Hearing Adults: Effects of Stimulus Compatibility. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, December* (48), 1529–1537.
- SuperLabPro (2008). *Manual de SuperLab*. En: <http://www.superlab.com/manual/superlab-manual.pdf>. Consultado el 25 de mayo de 2011.
- 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.
- Woodworth, R.S., y Schollosberg, H. (1954). Tiempo de reacción. *Psicología experimental* (2ª ed.). Buenos Aires: Eudeba.