

Escala de evaluación del tiempo de reacción y de acción visual y auditivo en karatecas antioqueños juveniles

Evaluation scale of visual and auditive action-reaction times in youth karate athletes of Antioquia, Colombia

Gustavo Ramón Suárez

Dr. Educación Física. Correo: gustavo.ramon@udea.edu.co

Samuel Gaviria Alzate

Mg. Ingeniería Deportiva. Correo: samuel.gaviria@udea.edu.co

Diana C. Teller Carreño

Est. Entrenamiento Deportivo. Correo: dianatellerstar@gmail.com

Manuela Calderón Rojas

Est. Entrenamiento Deportivo. Correo: manuelacalderonrojas@gmail.com

Valentina Ruiz Correa

Est. Entrenamiento Deportivo. Correo: valentina.ruiz@udea.edu.co

Resumen

Objetivo: medir los tiempos de reacción y de acción de Karatecas juveniles y elaborar una escala de evaluación. **Método:** se evaluaron 12 jóvenes karatecas (6 hombres y 6 mujeres) con edades entre 15 y 21 años, quienes participaron de manera voluntaria. Para la producción de estímulos visuales y auditivos se diseñó un dispositivo de control manual (REAC). Para la medición de los tiempos de reacción y de acción se utilizó una cámara CANON SX260 240fps y el programa KINOVEA, el cual permite calcular el tiempo en milésimas de segundo. Para la elaboración de la escala de evaluación se compararon los tiempos de acuerdo al canal (visual o auditivo), a la lateralidad (derecho o izquierdo), al género (masculino o femenino), el segmento corporal (mano o pie) y tipo de prueba (general o específica). **Resultados:** se encontraron diferencias significativas al comparar por tipo de prueba y por segmento corporal, pero no se encontraron diferencias al comparar por género y por canal empleado. **Conclusión:** de acuerdo a estos resultados se construyó una escala de evaluación que permite una interpretación más efectiva de ellos.

Abstract

Aims: measure action-reaction times of youth karate athletes and develop an evaluation scale. **Method:** were evaluated 12 karate athletes (6 men and 6 women), aged between 15 and 21 years, who participated voluntarily. For the production of visual and auditory stimuli manual control device (REAC) was designed. For measurement of action-reaction times it was used a *Canon SX260 240fps camera* and *Kinovea* program, which allows to calculate the time in milliseconds. For the preparation of the evaluation scale were compared times according to canal (visual or auditory), laterality (right or left), gender (male or female), body segment (hand or foot) and type test (general or specific). **Results:** were found significant differences when comparing by type of test and corporal segment, but no differences were found when comparing gender and channel used. **Conclusion:** according to these results an evaluation scale was built that allows a more effective interpretation of them.

Introducción

Shelton & Kunar (2010) compararon el tiempo de reacción sencillo entre estímulo auditivo o visual y otros factores responsables de la mejora del rendimiento del deportista. Analizaron 14 sujetos asignados al azar en grupos formados por 2 miembros. Cada miembro de grupo realizó las pruebas visuales y auditivas. Las pruebas fueron tomadas desde el software *DirectRT* desde un ordenador portátil. El software *DirectRT* lo conforman *Testlabvisual* y *Testlabsounds*, los cuales toman los tiempos de reacción a los estímulos visuales y auditivos. Ambos miembros de cada grupo completaron los tiempos de reacción visual y auditivo. Los resultados mostraron que el tiempo medio de reacción visual es de alrededor de 331 milisegundos, en comparación con el tiempo de reacción auditiva media, de alrededor de 284 milisegundos. En conclusión, los autores afirman que el tiempo de reacción auditiva es más rápido que el tiempo de reacción visual, y que los hombres tienen tiempos de reacción más rápidos en comparación con las mujeres, tanto los estímulos auditivos como visuales.

Pérez et al. (2011) estudiaron el tiempo de reacción (TR) ante estímulos sonoros y visuales (programa *SuperLab*®) en 79 voluntarios, 74% hombres y 26% mujeres, con edad media de 22.6 ± 3.7 años. Encontraron que los estímulos visuales arrojaron una media de 0.322 ± 0.064 s., mientras que los estímulos sonoros arrojaron una media de 0.349 ± 0.083 s., mostrando la prueba T diferencias significativas entre ambos estímulos ($t(78) = -2.67$; $p = 0.009$) siendo menor para el estímulo visual. En cuanto al género, se realizó una prueba T de muestras independientes, en la que solo se hallaron diferencias significativas respecto de los estímulos visuales ($t(77) = -2.65$; $p = 0.010$), lo que hace pensar que el TR puede estar influido por el género. El TR medio fue significativamente menor ante estímulos visuales que ante estímulos sonoros y los varones presentaron un TR significativamente más corto que las mujeres para el TR visual, no siendo significativas estas diferencias para el estímulo auditivo.

De Brito et al. (2011) analizaron la capacidad de atención y el tiempo de reacción en practicantes de karate portugueses. Seleccionaron 96 karatecas Shotokan federados, pertenecientes al Centro Portugués de Karate, que fueron evaluados en cuanto al Tiempo de Reacción Simple (TRS), Tiempo de Reacción de Elección (TRE), Tiempo de Decisión (TD) y Atención Distribuida

(AD). Los datos fueron analizados de acuerdo a la edad de los karatecas (15-19, 20-35 y +35 años), graduación (9º-4º kyu, 3er-1er kyu, *dan*) y género (masculino y femenino). Para recoger los TR se utilizó el software *PRWin*, desarrollado en el laboratorio de la Escola Superior de Desporto de Rio Maior – IPS por Sobreiro & Alves (2005). Los resultados mostraron que en el TRS todos los grupos tienden a que sus respuestas ocurran 300 ms después del estímulo, sin existir diferencias significativas entre ellos. En relación al TRE y TD, los karatecas con graduación de *dan* y más de 35 años presentan tiempos inferiores que los restantes grupos. Por otro lado, los karatecas con mayor graduación (*dan*) y más de 35 años tienden a cometer menos errores en sus elecciones. La variable género no influyó significativamente al TR de los practicantes, aunque las mujeres evaluadas tendieron a reaccionar más rápidamente que los hombres. En cuanto a la AD, concluyeron que no existen diferencias significativas en función de la graduación del atleta ni en función del género. Encontraron diferencias estadísticamente significativas en función de la edad; los atletas mayores fueron quienes presentaron niveles inferiores de atención distribuida.

Taware et al. (2012) estudiaron el efecto de la edad en los tiempos de reacciones auditivas, visuales y del cuerpo completo. La muestra la constituyeron 120 varones sanos normales quienes se distribuyeron en cuatro grupos de acuerdo a la edad y su tiempo de reacción Audio-Visual y todo el cuerpo. Se encontró que el tiempo de reacción audiovisual y la reacción del cuerpo entero aumenta a medida que avanza la edad y el retraso del tiempo medio de reacción es significativamente diferente entre los distintos grupos de edad. El efecto del envejecimiento sobre la mielinización de las neuronas puede ser la posible causa de esta observación. Como conclusión, afirman que el retraso en el tiempo de reacción audiovisual del cuerpo en estos sujetos sugiere que éstos deben ser más cautelosos durante los movimientos generales, así como durante la conducción.

Nikam & Gadkari (2012) estudiaron el efecto de la edad, género e Índice de Masa Corporal (IMC) sobre el tiempo de reacción Visual (VRT) y auditiva (ART) en una muestra de 30 varones y 30 mujeres en el grupo de edad de 18-20 años, junto con 30 hombres y 30 mujeres en el grupo de edad de 65-75 años. El análisis estadístico de los datos por ANOVA de una vía y post-hoc mediante la prueba de Tukey-HSD mostró que los IMC, VRT y ART fueron significativamente mayores en los sujetos de mayor edad que en los individuos jóvenes. Las mujeres tuvieron mayor índice de masa corporal y tiempos de reacción más largos que los hombres. No fue significativa la correlación entre el IMC y los tiempos de reacción (VRT y TAR) en hombres y mujeres mediante el análisis de correlación de Pearson. Las personas mayores deben ser más cuidadosas y vigilantes sobre las lesiones y caídas debido al aumento del tiempo de reacción. Tiempos de reacción más largos y mayor IMC en las mujeres podría atribuirse a la retención de líquidos y la sal debido a las hormonas sexuales femeninas, afectando la coordinación sensoriomotora.

Ng & Chan (2012) investigaron el tiempo de respuesta del dedo a estímulos visuales, auditivos y táctiles en el contexto del hombre-máquina. Un total de 94 participantes chinos diestros (11 a 60 años) participaron en pruebas de estímulos visuales, auditivos y táctiles. En pruebas de estímulos visuales y auditivos, una vez que fue presentado un número de muestra, los participantes presionaron el número correspondiente en el teclado con su dedo derecho medio o

izquierdo, tan pronto como fue posible. En la prueba de estímulos táctiles, se produjeron los estímulos a través de un vibrador que se lleva en la muñeca derecha de los participantes o en la pierna derecha cerca del tobillo. Una vez que los participantes detectaron una vibración, presionaban la tecla del número 8 con su dedo derecho medio lo más rápidamente posible. Los resultados mostraron que el tiempo de respuesta a los estímulos táctiles fue significativamente más corto, seguido por los estímulos auditivos y luego los estímulos visuales. Los tiempos de respuesta de estímulos táctiles fueron 28% y 34% más corta que la de estímulos visuales y auditivos, respectivamente, y el tiempo de respuesta auditiva fue 5% más corto que la de los estímulos visuales. La ubicación de vibrador táctil en la muñeca o la pierna no tuvo influencia significativa en el tiempo de respuesta. Factores como edad, género, nivel de educación, tiempo dedicado a la computadora, a la izquierda / derecha del dedo y opción alternativa, presentaron efectos significativos en el tiempo de respuesta de un individuo a los estímulos visuales y auditivos. El tiempo de respuesta disminuyó con un aumento de la edad a la 21-30 años, y a partir de entonces se incrementaron gradualmente con un aumento de la edad. Se encontraron mujeres más rápidas que los hombres. La respuesta de los grupos de educación terciaria y secundaria fue más rápida que la del grupo de educación primaria. Entre más largo fue el tiempo dedicado a la informática en la vida cotidiana, fue más corto el tiempo de respuesta. Además, el tiempo de respuesta dedo derecho fue más corto que el tiempo de respuesta dedo hacia la izquierda. La respuesta a una tarea de una sola elección fue el más rápido, seguido por la tarea de dos elecciones y después de cuatro y ocho tareas de elección. Las conclusiones de este estudio proporcionan una referencia útil para los ingenieros y diseñadores para determinar cómo los diferentes canales de modalidad podrían interferir los operadores, con el fin de diseñar una más eficiente interfase máquina – hombre.

Ghuntla et al. (2012) midieron el tiempo de reacción visual en 100 sujetos, 50 jugadores de baloncesto y 50 controles sanos. El tiempo de reacción se midió con un aparato de opción múltiple 653MP (aparato de tiempo de reacción) con una precisión de + 0.001 segundos. El tiempo de reacción visual se midió en dos categorías: 1) tiempo de reacción simple, donde el sujeto tenía que responder a los estímulos visuales por clave, y 2) tiempo de reacción de elección, donde el sujeto tenía que responder a diferentes estímulos de color pulsando la tecla correspondiente. El estudio mostró que los jugadores de baloncesto presentaron un tiempo de reacción visual (0.13690 ± 0.02624) más rápido que los controles sanos (0.15690 ± 0.02624) y concluyó que el tiempo de reacción es un buen indicador del rendimiento en los deportes reactivos como el baloncesto.

Ratray & Smee (2013) estudiaron el efecto del ejercicio sobre la función ejecutiva evaluada a través de una *novel* tarea basada en una prueba con una tableta. Veinte participantes activos sanos se ofrecieron a participar en un diseño aleatorio totalmente controlado. Los participantes realizaron una prueba inicial de la capacidad aeróbica máxima, así como el umbral ventilatorio durante una prueba incremental. Una tablet PC de pantalla táctil se colocó en el centro de los manillares de la banda en un ángulo de aproximadamente 45°. Se pidió a los participantes completar la tarea cognitiva (respuesta-inhibición) (velocidad de ajuste, Lumos Labs Inc.) (<http://www.lumosity.com/brain-games/speed-games/speed-match>) en los tiempos establecidos. Fue realizado un ensayo previo de familiarización completo donde los participantes completaron ya sea el control (sin ejercicio) y en ejercicio (90% umbral ventilatorio (VT)) ensa-

yos en un orden aleatorio. Durante 1 hora de ensayos, la tarea cognitiva se llevó a cabo antes, durante y después de la intervención. Se registraron las respuestas de tiempo de reacción y la precisión del participante. La realización de la tarea cognitiva resultó en frecuencias cardíacas elevadas y tasas de ventilación durante el control y el ejercicio. El ejercicio facilita el rendimiento en tareas de función ejecutiva, de tal manera que el tiempo de reacción fue mejorado sin ningún cambio en la precisión. También se informó de una serie de medidas de fiabilidad. Este método de evaluación de la función ejecutiva en las pantallas de ejercicio presenta validez y ofrece la promesa de un avance en la investigación acerca de la función cognitiva mediante una prueba sencilla de corta duración, fácilmente administrada y fácilmente disponible.

Bhabhor et al. (2013) midieron y analizaron el tiempo de reacción visual en 209 sujetos, 50 jugadores de tenis de mesa (TT) y 159 controles sanos. El tiempo de reacción visual se midió por el software informatizado directa RT. Se midió el tiempo de reacción visual simple. Durante las pruebas de tiempo de reacción visual fueron dados estímulos durante dieciocho veces y el tiempo de reacción promedio fue tomado como el tiempo de reacción final. El estudio mostró que el tiempo de reacción visual simple de los sujetos sanos fue de 359.18 ± 80.725 ms mientras que el de los tenistas fue de 273.96 ± 18.017 ms. En el análisis multivariado, se encontró que los jugadores TT tenían 74.121 seg (IC del 95%: 98,8 y 49,4 segundos) reacción más rápida en comparación con los jugadores no TT de la misma edad e IMC. Concluyeron que las personas que participan en deportes tienen buen tiempo de reacción en comparación con los controles.

Gavkare et al. (2013) estudiaron el tiempo de reacción en sujetos sanos y deportistas entre 18-25 años, con 50 sujetos en cada grupo. El tiempo de reacción auditiva se midió utilizando un tono Beep y Click para la mano derecha y la izquierda. El tiempo de reacción visual rojo y verde se determinó usando la mano derecha o la izquierda. El tiempo de reacción de todo el cuerpo se determinó con direcciones tales como derecho, izquierdo, frontal y volver. Encontraron una disminución significativa en tiempo de reacción auditiva, visual y todo cuerpo tanto en atletas como en los controles sanos. Un menor tiempo de reacción en atletas podría deberse a una mejor concentración y el estado de alerta, una mejor coordinación muscular, la mejora del rendimiento en la tarea velocidad y precisión. El tiempo de reacción en los movimientos específicos mejora como resultado de la extensa la práctica de esos movimientos implicados en los eventos deportivos.

Dube et al. (2015) compararon los tiempos de reacción visuales (medidos con una grabadora de tiempo de reacción visual después de familiarizar a los sujetos con el instrumento) de jugadores de bádminton con los de los controles de la misma edad. Para ello utilizaron 50 jugadores masculinos de 18 a 22 años la edad del grupo que practicaban 2-3 horas desde al menos un 2 años. Como grupo control utilizaron 50 estudiantes varones sanos de la misma edad de la institución *Dra SCGMC Nanded*, en Maharashtra, India. Encontraron que el tiempo de reacción visual de la extremidad dominante y no dominante de jugadores de bádminton fue significativamente menor que la del grupo de control que no practicaba alguna actividad deportiva. Estos resultados apoyan la idea de que jugar al bádminton es beneficioso para mejorar el tiempo de reacción ojo-mano, la coordinación muscular, las funciones cognitivas, la concentración y el estado de alerta.

Balasubramaniam et al. (2015) analizaron los tiempos de reacción visual y auditivo simples en adultos jóvenes de Sri Lanka para ver el efecto de doble tarea sobre el tiempo de reacción, que se midió con un programa de ordenador. Los sujetos respondieron a los estímulos pulsando la barra espaciadora con el dedo índice dominante. Los tiempos de reacción simples (ms) visual y auditivo en los hombres (media \pm DE) fueron $293,5 \pm 42,4$, $302,2 \pm 41,9$, respectivamente; en las mujeres los valores respectivos fueron $315,1 \pm 55,5$, $313,1 \pm 45$. Los varones presentaron tiempos de reacción más rápidos estadísticamente significativos ($p < 0,05$) que las mujeres. El tipo de estímulos no tuvo un efecto estadísticamente significativo ($p > 0,05$) en el mismo género. Las tareas de doble estímulo aumentan significativamente los tiempos ($p < 0,05$) en ambas modalidades y en ambos sexos. En las mujeres, la doble tarea afecta el tiempo de reacción auditiva significativamente más que el tiempo simple reacción visual ($p < 0,05$).

Peinado et al. (2015) analizaron las diferencias en el tiempo de reacción (TR) ante un estímulo visual entre deportistas con discapacidad intelectual y sin discapacidad, y compararon las diferencias en función del género y el deporte que se practica. Participaron 38 deportistas (19 con discapacidad intelectual y 19 sin discapacidad) divididos en función del deporte que practicaban: atletismo, natación, deportes colectivos, gimnasia y artes marciales. El instrumento utilizado fue el *Dynavision D2*, un reacciómetro visual que manda estímulos de forma sucesiva a los deportistas para que respondan de forma rápida. Encontraron que el TR es menor en deportistas sin discapacidad en comparación a deportistas con discapacidad ($p < 0,05$), no apreciándose diferencias significativas en el TR entre sujetos con y sin discapacidad que realizaban artes marciales, ni al comparar cada grupo entre los distintos deportes practicados. Los valores medios de tiempo de reacción son mayores en hombres que en mujeres en ambos grupos, aunque no se apreciaron diferencias significativas entre ellos.

Objetivos

1. Medir los tiempos de reacción y de acción a estímulos visuales y auditivos, tanto en condiciones generales (laboratorio) como específicas (campo).
2. Comparar los tiempos de reacción y de acción de acuerdo al tipo de estímulo (visual y auditivo), al género (masculino-femenino), a la lateralidad (derecha-izquierda), al miembro participante (mano-pie).
3. Diseñar un protocolo de evaluación de tiempos de reacción y de acción a estímulos visuales y auditivos.

Método

Diseño: estudio de carácter exploratorio, descriptivo y comparativo, pues pretendió establecer un protocolo de medición y clasificación de las variables tiempo de reacción visual y auditivo que permitiera clasificarlas o compararlas para obtener criterios de selección o entrenamiento de estas variables.

Población: deportistas pertenecientes a la liga de Karate. **Muestra:** seleccionada intencionalmente, constituida por 12 jóvenes (50% hombres; 50% mujeres). Todos los participantes aceptaron participar voluntariamente. El estudio cumplió con los protocolos de Helsinki, 1987.

VARIABLES GENERALES (DE LABORATORIO)

1. **Tiempo de reacción visual-manual:** para su medición se empleó el equipo REAC el cual generó un rayo de luz a voluntad del investigador y una cámara de video CANON SX260 240fps. El sujeto, sentado cómodamente en un escritorio con la mano reposando en el mismo, cuando apareció el haz de luz, movió su mano para tocar un objeto colocado a 25 cm. Con la cámara de alta velocidad se filmó esta actividad. El tiempo de reacción visual fue el tiempo transcurrido entre la aparición del haz de luz y el movimiento de alguna parte de la mano (Figura 1). Este variable mide el tiempo que transcurre en llegar el estímulo nervioso desde el sensor visual hasta el músculo.
2. **Tiempo de acción visual-manual:** fue el tiempo entre el inicio del movimiento de la mano y el tiempo en que el sujeto tocó un objeto colocado a 25 cm. Esta variable mide el tiempo que dura la acción muscular.
3. **Tiempo de reacción auditivo-manual:** se empleó el mismo protocolo descrito para el tiempo de reacción visual, sólo que el equipo REAC emitió un sonido simultáneamente con el haz de luz. El sujeto estuvo vendado, por lo que solo reaccionó al sonido. Con la cámara de alta velocidad se midió el tiempo entre el inicio del haz de luz y el movimiento de cualquier parte de la mano (Figura 1). Esta variable mide el tiempo que transcurre en llegar el estímulo nervioso desde el sensor auditivo hasta el músculo.
4. **Tiempo de acción auditivo-manual:** fue el tiempo entre el inicio del movimiento de la mano y el tiempo en que el sujeto tocó un objeto colocado a 25 cm. Esta variable mide el tiempo que dura la acción muscular.

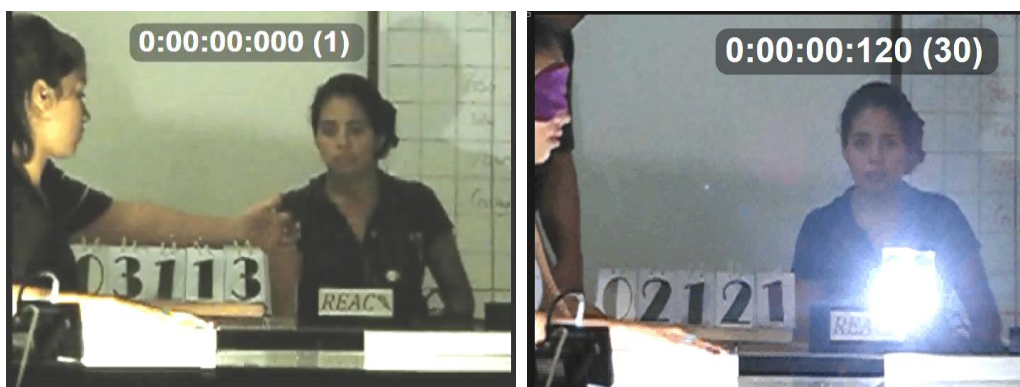


Figura 1. Izquierda: situación para medir el tiempo de reacción visual. Derecha: situación para medir el tiempo de reacción auditivo.

VARIABLES ESPECÍFICAS (DE CAMPO)

Ataque de mano:

- Tiempo de reacción visual-manual: cuando la luz se encendió el sujeto realizó un ataque con la mano. El tiempo de reacción fue el tiempo transcurrido entre la aparición del haz de luz y el movimiento de la mano. Esta variable mide el tiempo que transcurre en llegar el estímulo nervioso desde el sensor visual hasta el músculo.
- Tiempo de acción visual-manual: fue el tiempo transcurrido entre el movimiento de la mano y el golpeo de la mano a un oponente simulado. Esta variable mide el tiempo que dura la acción muscular.

Ataque con pie:

- Tiempo de reacción visual-pédico: cuando la luz se encendió, el sujeto realizó un ataque con el pie. El tiempo de reacción fue el tiempo transcurrido entre la aparición del haz de luz y el movimiento del pie. Esta variable mide el tiempo que transcurre en llegar el estímulo nervioso desde el sensor visual hasta el músculo.
- Tiempo de acción visual-pédico: fue el tiempo transcurrido entre el movimiento del pie y el golpeo del pie a un oponente simulado. Esta variable mide el tiempo que dura la acción muscular.



Figura 2. Izquierda: ataque con mano. Derecha: ataque con pie.

Procedimiento: a los participantes se les explicó el objetivo de las pruebas y se les permitió la realización de ensayos previos hasta que no presentaron errores con respecto al desempeño esperado en cada prueba descrita. Los calentamientos los realizaron individualmente. A cada sujeto se le filmaron tres intentos en cada variable y por cada segmento corporal. Primero se realizaron las pruebas generales y luego las pruebas específicas. Para la edición de los videos se utilizó el programa Kinovea, el cual permite la edición de la velocidad del video y la visualización del cronómetro (figura 1 y 2). El mismo programa permite la captura de los datos y la exportación a Excel.

Manejo de los datos: se tomaron todos los datos de las diferentes variables y se calcularon los deciles 1 al 9, junto con los valores mínimo y máximo, usando el programa SPSS V23. Con ellos se construyó la escala que determinó el grado de desarrollo de cada una de las variables estu-

diadas, diferenciando por lado, género y deporte. Para la diferenciación de las variables se usó la estadística no paramétrica, dado que la distribución de los datos no fue normal.

Control de sesgos: a los sujetos encargados de la edición de los videos y de la obtención de los datos se les capacitó en el manejo de Kinovea, hasta que no hubo errores en el procedimiento.

Resultados

En la tabla 1 se resumen los datos antropométricos, edad y años de práctica de la muestra examinada, separada por género.

Tabla 1. Medidas de tendencia central y de dispersión de las variables generales de la muestra examinada, separada por género.

Género	Estadísticos	Edad (años)	Masa (kg)	Talla (m)	Años de práctica
Masculino n = 6	Media	16,7	60,3	1,67	8,0
	Desviación estándar	2,3	9,7	0,08	2,9
	Coefficiente variación	14	16	5	36
Femenino n = 6	Media	18,0	52,1	1,61	6,8
	Desviación estándar	1,7	4,2	0,05	2,0
	Coefficiente variación	9	8	3	30

En la tabla 2 se presentan las medidas de tendencia central y de dispersión de los tiempos de reacción, acción y velocidad separada por género. Se puede apreciar que existieron diferencias significativas en los tiempos de acción visual de la mano derecha y de la mano izquierda, ataque mano derecha/izquierda tiempo de acción, al comparar la muestra por género.

Tabla 2. Medidas de tendencia central y de dispersión de los tiempos de reacción, acción y velocidad separada por género. En la casilla titulada U de Mann Whitney se presenta la p relacionada con la significancia al comparar los datos por género. (Q₁, Q₂ y Q₃: Cuartiles 1, 2 y 3).

	Masculino				Femenino				U Mann Whitney
	n	Q ₁	Q ₂	Q ₃	n	Q ₁	Q ₂	Q ₃	
Tiempo de reacción visual mano derecha	15	150	162	200	18	157	181	202	0,401
Tiempo de reacción auditiva mano derecha	15	171	191	216	18	149	175	189	0,079
Tiempo de reacción visual mano izquierda	15	162	187	233	18	157	177	205	0,274
Tiempo de reacción auditiva mano izquierda	15	162	204	258	18	165	189	222	0,401
Tiempo de acción visual mano derecha	15	321	350	404	18	379	394	427	0,004
Tiempo de acción auditiva mano derecha	15	341	420	446	18	368	387	419	0,630
Tiempo de acción visual mano izquierda	15	333	408	450	18	362	385	427	0,817
Tiempo de acción auditiva mano izquierda	15	162	204	258	18	165	189	222	0,401
Velocidad de acción visual mano derecha	15	0,62	0,71	0,78	18	0,59	0,64	0,66	0,005
Velocidad de acción auditiva mano derecha	15	0,56	0,60	0,73	18	0,60	0,65	0,68	0,656
Velocidad de acción visual mano izquierda	15	0,56	0,61	0,75	18	0,59	0,65	0,69	0,817
Velocidad de acción auditiva mano izquierda	15	0,53	0,61	0,71	18	0,56	0,61	0,64	0,789
Ataque Mano derecha tiempo de reacción	12	191	229	262	18	189	213	233	0,325
Ataque Mano derecha tiempo de acción	12	180	190	231	18	233	240	259	0,002
Ataque Mano izquierda tiempo de reacción	10	181	244	281	18	191	227	286	0,981
Ataque Mano izquierda tiempo de acción	10	166	200	209	18	205	221	252	0,006
Ataque Pie derecho tiempo de reacción	12	268	302	326	15	292	320	337	0,277
Ataque Pie derecho tiempo de acción	12	268	288	304	15	316	349	358	0,000
Ataque Pie izquierdo tiempo de reacción	12	313	325	390	15	279	312	346	0,183
Ataque Pie izquierdo tiempo de acción	12	258	275	309	15	317	350	358	0,000

En la tabla 3 se presentan las medidas de tendencia central y de dispersión de los tiempos de reacción y acción de las variables específicas, separadas por tipo de canal. Solo existieron diferencias significativas en el tiempo de acción de la mano izquierda.

Tabla 3. Medidas de tendencia central y de dispersión de los tiempos de reacción y acción de las variables específicas, separadas por tipo de canal (auditivo y visual). En la casilla titulada Wilcoxon se presenta la p relacionada con la significancia al comparar los datos.

	N	Cuartiles			Wilcoxon
		1	2 (Mediana)	3	
Tiempo de reacción visual mano derecha	33	154	175	200	0,308
Tiempo de reacción auditiva mano derecha	33	170	179	202	
Tiempo de reacción visual mano izquierda	33	160	179	212	0,055
Tiempo de reacción auditiva mano izquierda	33	164	191	244	
Tiempo de acción visual mano derecha	33	348	383	410	0,106
Tiempo de acción auditiva mano derecha	33	356	387	435	
Tiempo de acción visual mano izquierda	33	362	395	431	0,000
Tiempo de acción auditiva mano izquierda	33	164	191	244	
Velocidad de acción visual mano derecha	33	0,61	0,65	0,72	0,114
Velocidad de acción auditiva mano izquierda	33	0,54	0,61	0,65	
Velocidad de acción auditiva mano derecha	33	0,58	0,65	0,71	0,127
Velocidad de acción visual mano izquierda	33	0,58	0,63	0,69	

En la tabla 4 se presentan las medidas de tendencia central y de dispersión de los tiempos de reacción y acción de las variables separadas en las realizadas en laboratorio (generales) y las realizadas en el deporte (específicas). Se destaca que existieron diferencias en todas las variables comparadas.

Tabla 4. Medidas de tendencia central y de dispersión de los tiempos de reacción y acción de las variables separadas en las realizadas en laboratorio (generales) y las realizadas en el deporte (específicas). En la casilla titulada Wilcoxon se presenta la p relacionada con la significancia al comparar los datos.

	N	Cuartiles			Wilcoxon
		1	2 (Mediana)	3	
Tiempo de reacción visual mano derecha	33	154	175	200	0,000
Ataque Mano derecha tiempo de reacción	30	190	219	246	
Tiempo de acción visual mano derecha	33	348	383	410	0,000
Ataque Mano derecha tiempo de acción	30	195	238	255	
Tiempo de reacción visual mano izquierda	33	160	179	212	0,000
Ataque Mano izquierda tiempo de reacción	28	189	238	283	
Tiempo de acción visual mano izquierda	33	362	395	431	0,000
Ataque Mano izquierda tiempo de acción	28	196	211	225	

En la tabla 5 se presentan los datos relacionados de los tiempos de reacción y de acción, al comparar las acciones con la mano y con el pie. Se destaca que existieron diferencias estadísticamente significativas al comparar estas dos variables.

Tabla 5. Medidas de tendencia central y de dispersión de los tiempos de reacción y acción de las variables separadas por ataque con la mano y con el pie. En la casilla titulada Wilcoxon se presenta la p relacionada con la significancia al comparar los datos.

	N	Cuartiles			Wilcoxon
		1	2 (Mediana)	3	
Ataque Mano derecha tiempo de reacción	30	190	219	246	0,000
Ataque Pie derecho tiempo de reacción	27	292	312	337	
Ataque Mano derecha tiempo de acción	30	195	238	255	0,000
Ataque Pie derecho tiempo de acción	27	279	316	350	
Ataque Mano izquierda tiempo de reacción	28	189	238	283	0,002
Ataque Pie izquierdo tiempo de reacción	27	288	321	346	
Ataque Mano izquierda tiempo de acción	28	196	211	225	0,000
Ataque Pie izquierdo tiempo de acción	27	287	317	354	

En la tabla 6 se presentan los datos en forma de percentiles para las variables generales analizadas, separadas por género.

Tabla 6. Distribución percentilar de los tiempos de las variables generales analizadas separadas por género.

MASCULINO		Tiempo (ms) de reacción visual mano derecha	Tiempo (ms) de reacción auditiva mano derecha	Tiempo (ms) de reacción visual mano izquierda	Tiempo (ms) de reacción auditiva mano izquierda	Tiempo (ms) de acción visual mano derecha	Tiempo (ms) de acción auditiva mano derecha	Tiempo (ms) de acción visual mano izquierda	Tiempo (ms) de acción auditiva mano izquierda
N	Válidos	15	15	15	15	15	15	15	15
Percentiles	Máximo	129	133	125	154	275	291	258	154
	90	131	153	138	154	292	314	288	154
	80	150	171	156	162	314	341	330	162
	70	153	177	169	165	327	351	356	165
	60	158	185	174	187	341	385	379	187
	50	162	191	187	204	350	420	408	204
	40	179	193	212	229	363	433	417	229
	30	196	210	223	252	387	439	433	252
	20	203	216	243	268	407	456	476	268
	10	229	273	256	553	415	516	530	553
	Mínimo	254	333	258	970	425	545	537	970

FEMENINO		Tiempo (ms) de reacción visual mano derecha	Tiempo (ms) de reacción auditiva mano derecha	Tiempo (ms) de reacción visual mano izquierda	Tiempo (ms) de reacción auditiva mano izquierda	Tiempo (ms) de acción visual mano derecha	Tiempo (ms) de acción auditiva mano derecha	Tiempo (ms) de acción visual mano izquierda	Tiempo (ms) de acción auditiva mano izquierda
N	Válidos	18	18	18	18	18	18	18	18
Percentiles	Máximo	146	129	141	146	346	321	325	146
	90	146	133	141	150	357	325	348	150
	80	154	145	154	160	375	356	360	160
	70	161	164	166	170	382	374	368	170
	60	173	171	171	173	385	381	380	173
	50	181	175	177	189	394	387	385	189
	40	186	175	189	195	410	400	400	195
	30	194	181	195	216	422	413	416	216
	20	211	199	209	241	441	433	436	241
10	240	234	212	308	478	513	457	308	
	Mínimo	266	245	216	312	500	633	487	312

En la tabla 7 se presentan los datos en forma de percentiles para las variables específicas analizadas, separadas por género.

Tabla 7. Distribución percentilar de los tiempos de las variables específicas analizadas separadas por género.

MASCULINO		Ataque Mano derecha tiempo de reacción (ms)	Ataque Mano derecha tiempo de acción (ms)	Ataque Mano izquierda tiempo de reacción (ms)	Ataque Mano izquierda tiempo de acción (ms)	Ataque Pie derecho tiempo de reacción (ms)	Ataque Pie derecho tiempo de acción (ms)	Ataque Pie izquierdo tiempo de reacción (ms)	Ataque Pie izquierdo tiempo de acción (ms)
N	Válidos	12	12	10	10	12	12	12	12
Percentiles	Máximo	179	179	175	154	216	250	221	250
	90	179	179	175	155	226	250	242	251
	80	181	179	177	164	255	261	304	256
	70	210	183	198	176	292	270	317	258
	60	222	184	237	198	300	273	320	260
	50	229	190	244	200	302	288	325	275
	40	240	195	253	205	310	299	335	301
	30	248	201	264	208	317	304	362	309
	20	270	244	310	212	334	309	430	313
10	374	272	340	213	365	320	501	321	
	Mínimo	417	283	342	213	375	321	512	321
FEMENINO		Ataque Mano derecha tiempo de reacción (ms)	Ataque Mano derecha tiempo de acción (ms)	Ataque Mano izquierda tiempo de reacción (ms)	Ataque Mano izquierda tiempo de acción (ms)	Ataque Pie derecho tiempo de reacción (ms)	Ataque Pie derecho tiempo de acción (ms)	Ataque Pie izquierdo tiempo de reacción (ms)	Ataque Pie izquierdo tiempo de acción (ms)
N	Válidos	18	18	18	18	15	15	15	15
Percentiles	Máximo	163	225	175	175	267	279	130	308
	90	177	229	182	190	280	292	215	311
	80	179	232	187	196	289	306	273	317
	70	192	237	203	208	298	326	282	327
	60	202	238	216	218	307	329	291	335
	50	213	240	227	221	320	349	312	350
	40	219	252	259	225	327	350	326	356
	30	229	258	283	238	337	355	332	358
	20	253	264	296	261	338	361	346	368
10	289	275	313	316	428	373	390	387	
	Mínimo	300	279	313	342	463	383	400	392

Discusión

En esta investigación se definió el tiempo de reacción como el tiempo que transcurre entre el inicio del estímulo en el sensor, la conexión con la corteza cerebral especializada y la conexión con el músculo en particular (el sistema eferente que comprende el tallo cerebral, la médula espinal y el nervio periférico). El tiempo de acción fue el tiempo de la contracción muscular completa asociada a la ejecución de un movimiento específico. En la literatura solo se hace alusión al tiempo de reacción, pero pensamos que no solo se debe medir la reacción sino también la acción, puesto que ambas vías pueden ser estimuladas y mejoradas mediante el entrenamiento sistemático.

En la literatura se reporta que existen diferencias entre los hombres y las mujeres en los tiempos de reacción visual y auditiva (Shelton & Kumar, 2010; Pérez et al., 2011; Nikam & Gadkari, 2012). En la presente investigación solo se encontraron diferencias en el tiempo de acción visual de la mano derecha. En la parte específica se encontraron diferencias significativas en el tiempo de acción de ataque con la mano derecha, con la mano izquierda, así como en el tiempo de acción de ataque con el pie derecho e izquierdo (Tabla 7). Estas diferencias podrían ser explicadas por la diferencia de masa muscular que existe entre los hombres y las mujeres. Estos datos justifican el separar la evaluación de los tiempos de reacción por género, hecho que era uno de los aspectos esperados en esta investigación.

En lo referente a la diferenciación de las variables de acuerdo los canales visual o auditivo, en la presente investigación solo se encontraron diferencias en el tiempo de acción de la mano izquierda (Tabla 4). Estos resultados no están en concordancia con lo hallado en la literatura (Shelton & Kumar, 2010; Pérez et al., 2011; Ghuntala et al., 2012). Dado el reducido tamaño de la muestra y la uniformidad en el deporte practicado, estas pudieran ser las explicaciones para la ausencia de diferencias en los tiempos de reacción.

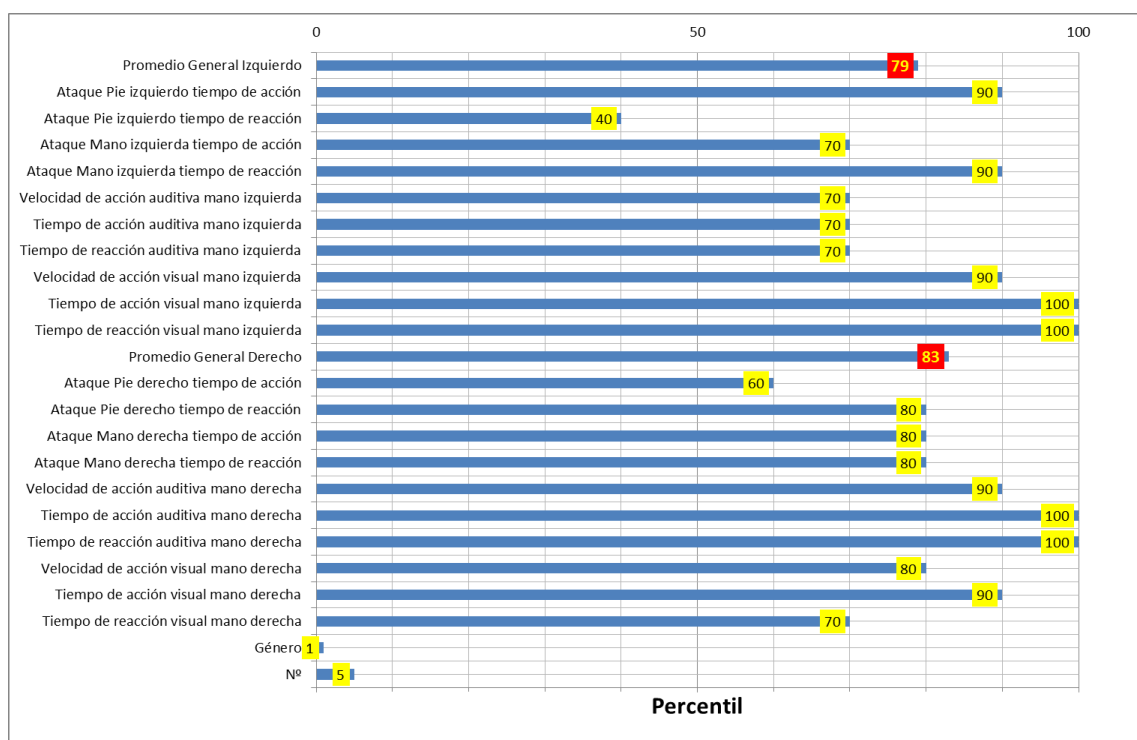
Al comparar las pruebas de reacción visual realizadas sobre un escritorio y sentados, con las pruebas realizadas en una acción de combate, los resultados mostraron que en todas las pruebas existieron diferencias significativas, pero llama la atención que en las pruebas sentados los tiempos de reacción fueron menores que los tiempos en la prueba de acción de combate. Por otra parte, en las pruebas de simulación de combate, los tiempos de acción fueron menores que los tiempos en las pruebas sentados en el escritorio. Estos resultados permiten establecer que los tiempos de reacción deben ser medidos tanto en pruebas de laboratorio como en pruebas de campo que simulen la realidad del competidor; además, aunque la distancia en las pruebas de escritorio solo fue 25cm, el tiempo de acción fue mayor que el tiempo de acción en simulación de combate, donde la distancia fue mayor. Es decir, el tiempo de reacción y de acción dependen de la adecuación y entrenamiento de la musculatura.

Finalmente, al comparar las pruebas de reacción y de acción realizadas con la mano vs. las pruebas realizadas con el pie, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en todas las comparaciones (tabla 5). La explicación a la diferenciación en los tiempos de reacción posiblemente radica en el hecho de que la distancia que tiene recorrer el estímulo neural desde la corteza hasta la mano es menor que la distancia hasta el pie. En los tiempos de acción, además de la diferencia anatómica está la diferencia en la distancia para llegar al objetivo.

Dado que el objetivo principal del trabajo fue la creación de una escala de medición y evaluación de los tiempos de reacción y acción, en la tabla 6 se presentan los datos diferenciados por deciles, de todas las variables estudiadas. Con esta tabla se construyó una hoja de excel a la cual se le anexó un buscador de datos para que, teniendo los datos de los tiempos, se encontrara el percentil al cual pertenece. En la tabla 8 se presenta un ejemplo, con su respectiva gráfica.

Tabla 8. Datos del mejor de los sujetos evaluados.

Sujeto	5										
Género	Masculino										
Deporte	Karate										
Edad (años)	18										
Peso (Kg)	60										
Talla (m)	1,62										
Practica (años)	11										
LADO DERECHO											
	Tiempo de reacción visual mano derecha	Tiempo de acción visual mano derecha	Velocidad de acción visual mano derecha	Tiempo de reacción auditiva mano derecha	Tiempo de acción auditiva mano derecha	Velocidad de acción auditiva mano derecha	Ataque Mano derecha tiempo de reacción	Ataque Mano derecha tiempo de acción	Ataque Pie derecho tiempo de reacción	Ataque Pie derecho tiempo de acción	Promedio General
Datos	154	304	0,82	133	291	0,86	183	179	258	279	
Percentil	70	90	80	100	90	90	80	80	80	60	83
LADO IZQUIERDO											
Datos	125	258	0,97	179	179	0,71	175	196	337	254	
Percentil	100	100	90	70	70	70	90	70	40	90	79



De acuerdo a los datos presentados en la tabla 8, el sujeto 5 presenta el lado derecho con resultado superior que el lado izquierdo; el tiempo de ataque con el pie izquierdo es su máxima falencia; el ataque con el pie izquierdo está en un percentil 60, lo que indica que está por encima de la media pero que puede mejorar; se destacan el tiempo de reacción y de acción auditiva con la mano derecha, así como el tiempo de reacción y reacción visual con la mano iz-

quierda. Con este tipo de información se puede evaluar más efectivamente un atleta en el cual estos tiempos de reacción y de acción sean fundamentales.

Conclusiones

En la muestra examinada:

- No se observaron diferencias significativas en los tiempos de reacción y de acción, de estímulos auditivos y visuales, al comparar los datos por género, excepto en el tiempo de acción visual de la mano derecha, en el tiempo de acción de ataque con la mano derecha e izquierda, y con el pie derecho e izquierdo.
- No se observaron diferencias significativas en los tiempos de reacción y de acción al comparar los datos por tipo de estímulo, excepto en el tiempo de acción de la mano izquierda.
- Se observaron diferencias significativas al comparar las variables por tipo de prueba: general (laboratorio) y específica (campo).
- Se observaron diferencias significativas al comparar las variables por segmento corporal que ejecuta la acción: mano y pie.
- Se elaboró un protocolo de evaluación que permite visualizar categóricamente (mediante percentiles) los tiempos de acción y de reacción, de acuerdo a estímulos visuales o auditivos.

Recomendaciones

- Aumentar el tamaño de la muestra.
- Incluir otros deportes que dependan de los tiempos de reacción y de acción.

Referencias

- Balasubramaniam, M., Sivapalan, K., Nishanthi, V., Kintusa, S., & Dilani, M. (2015). Effect of dual-tasking on visual and auditory simple reaction times. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 59(2), 194-198. [Documento](#)
- Bhabhor, M.G., Vidja, K., Bhanderi, P., Dodhia, S., Kathrotia, R., & Joshi, V. (2013). A comparative study of visual reaction time in table tennis players and healthy controls. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 57(4): 439–442. [Documento](#)

- De Brito, A., Silva, C., Cid, L., Ferreira, D., & Marques, A. (2011). Atención y tiempo de reacción en practicantes de kárate Shotokan. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 6(1), 141-156. [Documento](#)
- Dube, S.P., Mungal, S.U., & Kulkarni, M.B. (2015). Simple visual reaction time in badminton players: a comparative study. *National Journal of Physiology, Pharmacy & Pharmacology*, 5(1), 18–20. [Documento](#)
- Gavkare, A.M., Nanaware, N.L., & Surdi, A.D. (2013). Auditory reaction time, visual reaction time and whole body reaction time in athletes. *Indian Medical Gazette*, 6,214-218. [Documento](#)
- Ghantla, TP., Mehta, HB., Gokhale, PA., & Shah, CJ. (2012). A comparative study of visual reaction time in basketball players and healthy controls. *National Journal of Integrated Research in Medicine*, 3(1), 49-51. [Documento](#)
- Ng, A.W.Y., & Chan, A.H.S. (2012). Finger response times to visual, auditory and tactile modality stimuli. In: *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientist, march 14-16, 2012*. Hong Kong: IMECS. [Documento](#)
- Nikam, H., & Gadkari, J.V. (2012). Effect of age, gender and body mass index on visual and auditory reaction times in indian population. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 56(1), 94-99. [Documento](#)
- Peinado, D., Torres, M., García, M.V., & Mendoza, N. (2015). Análisis del tiempo de reacción en personas con y sin discapacidad intelectual en función del deporte practicado. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 10(29), 145-154. [Documento](#)
- Pérez-Tejero, J., Soto-Rey, J., & Rojo-González, J. J. (2011). Estudio del tiempo de reacción ante estímulos sonoros y visuales. *Motricidad European Journal of Human Movement*, 27, 149-162. [Documento](#)
- Rattray, B., & Smeed, D. (2013). Exercise improves reaction time without compromising accuracy in a novel easy-to-administer tablet-based cognitive task. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16: 567–570. [Documento](#)
- Shelton, J., & Kumar, G.P. (2010). Comparison between auditory and visual simple reaction times. *Neuroscience & Medicine*, 1,30–32. [Documento](#)
- Sobreiro, P., & Alves, J. (2005). PRWin: Software para a mensuração do tempo de reação. En A. Vitorino, A. Ramires, C. Borrego, C. Silva, J. Martins, J. Alves, L. Cid, M. Gouveia, P. Almeida, & P. Sobreiro (Eds.), *Actas do II Congresso Internacional de Psicologia do Desporto*. Rio Maior: Edições ESDRM.
- Taware, G.B., Bhutkar, M.V., Bhutkar, P.M., Doijad, V.P., & Surdi, A.D. (2012). Effect of age on audio-visual and whole body reaction time. *Al Ameen Journal of Medical Sciences*, 5(1):90-94. [Documento](#)