

Tiempo de reacción y acción visual y auditiva en deportistas de la Liga Antioqueña de Esgrima

Reaction time and visual and auditory action in athletes of the Antioquia Fencing League

Gustavo Ramón Suárez¹, Jorge Jaime Márquez Arabia²,
Samuel Gaviria Alzate³, Yilmar García López⁴

Grupo de Investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte.

1. Licenciado en Educación Física, Médico Cirujano, Magíster en Fisiología del Ejercicio, Doctor en Educación Física. Docente investigador Universidad de Antioquia, Instituto Universitario de Educación Física.

Correo: gustavo.ramon@udea.edu.co

2. Médico, Especialista en Medicina Aplicada a la Actividad Física y el Deporte. Docente investigador Universidad de Antioquia, Instituto Universitario de Educación Física. Correo: jorge.marquez@udea.edu.co

3. Bioingeniero, Magister en Ingeniería Deportiva. Docente investigador Universidad de San Buenaventura.

Correo: samuel.gaviria@usbmed.edu.co

4. Estudiante de Licenciatura en Educación Física. Universidad de Antioquia, Instituto Universitario de Educación Física.

Correo: yilmar.garcia@udea.edu.co

Resumen

Objetivo: evaluar los tiempos de reacción y de acción ante estímulos visuales y auditivos, en pruebas de laboratorio y de campo en esgrimistas. **Método:** se analizaron 120 eventos de tiempo de reacción visual y auditiva con 40 esgrimistas (58% hombres, 42% mujeres) de la Liga Antioqueña de Esgrima. Se empleó una cámara CASIO EXILIM ZR 200 ® 240 fps, un equipo REAC electrónico para generar estímulos visuales y auditivos (en proceso de patentar), telas azules para facilitar la visualización de los objetos y un reflector tipo LED de 50w. Los atletas fueron evaluados en sus horarios de entrenamiento, sin fatiga acumulada, con calentamiento libre, pero al momento de la prueba se les animó a producir su máxima respuesta a los estímulos aplicados. **Resultados:** las pruebas de laboratorio se correlacionan de manera significativa con las pruebas de campo. Los hombres mayores de 18 años tienen tiempos de reacción y de acción significativamente menores que los menores de 18 años y que el género femenino. La mayoría de las variables de laboratorio y de campo se correlacionan significativamente entre sí, así como con la edad. Los tiempos de reacción y de acción de la vía visual son menores significativamente que los de la vía auditiva, a nivel general y por género y edad. **Conclusiones:** las pruebas de laboratorio se correlacionan con las de campo. Las escalas de medición para la evaluación de los tiempos de reacción y de

acción tienen una correlación inversa significativa con la edad, el peso y el IMC en la muestra examinada. Existieron diferencias significativas por edad, género, canal de estimulación, lateralidad, en especial en el género masculino y en los menores de 18 años.

Palabras clave: esgrima, tiempo de reacción, vía visual, vía auditiva.

Abstract

Objective: to evaluate reaction and action times to the visual and auditory stimuli, in laboratory and field tests in fencers. **Methodology:** 120 visual and auditory reaction time events were analyzed with 40 fencers (58% men, 42% women) from the Antioquia Fencing League. A CASIO EXILIM ZR 200 ® 240 fps camera, an electronic REAC equipment were used to generate visual and auditory stimuli (in the process of patenting), blue fabrics to facilitate the visualization of objects and a 50w LED reflector. The athletes were evaluated in their training schedules, without accumulated fatigue, with free warm-up, but at the time of the test they were encouraged to produce their maximum response to the applied stimuli. **Results:** Laboratory tests correlate significantly with field tests. Men over the age of 18 have significantly shorter reaction and action times than those under 18 and the female gender. Most laboratory and field variables are significantly correlated with each other, as well as with age. The reaction and action times of the visual route are significantly less than those of the auditory route, generally and by gender and age. **Conclusions:** laboratory tests are correlated with field tests. Measurement scales for evaluating reaction and action times have a significant inverse correlation with age, weight, and BMI in the sample examined. There were significant differences by age, gender, stimulation channel, laterality, especially in the male gender and in those under 18 years of age.

Key words: fencing, reaction time, visual way, auditory way.

Introducción

El tiempo de reacción (TR) es la capacidad para actuar ante un estímulo, en un tiempo mínimo (Robles, 2014; Weineck, 2005, p.358). Los estímulos, que pueden ser sonoros, sensoriales o visuales. El tiempo de acción (TA), o de movimiento, es el que transcurre entre el inicio y la finalización del movimiento (Robles, 2014; Roca, 1983; Vickers, 2007). Se considera una cualidad casi independiente de capacidades o características físicas como fuerza, velocidad, antropometría, maduración, entre otros, aunque se ha correlacionado con la frecuencia de movimientos y la fuerza manual (Brusque & Andrade, 2015; Martínez, 2003; Robles, 2014). Se han realizado varias clasificaciones del TR. Nakamura (1934, en Robles, 2014) y Clarke & Glines (1962, en Robles 2014) lo clasifican como TR simple, al ejecutado con las manos, frente al TR corporal, que se realiza con todo el cuerpo. Una segunda clasificación se determina por el criterio sensorial de percepción del estímulo, que puede ser visual,

auditivo, táctil y kinestésico. Sigerseth & York (1954, en Robles 2014) estudian el TR óculo-manual y óculo-podal.

Akhani et al. (2015) dividen el TR en tres módulos: 1) percepción del tiempo, necesario para aplicar y percibir el estímulo; 2) tiempo de decisión, el requerido para producir una respuesta adecuada al estímulo; y 3) tiempo motor, el requerido para ejecutar comandos motores recibidos en respuesta a los estímulos.

Sobre el TR influyen factores relacionados el sujeto, con el estímulo y con el sistema aferente de percepción, elaboración y sistema de respuesta. Algunos factores relacionados con el sujeto son: estado físico, calentamiento, fatiga, motivación, hidratación, miembro corporal con que produce la respuesta, y otras características como edad, género, genética, sustancias administradas (cafeína, alcohol, medicamentos), tipo de deporte y nivel de práctica (Pérez et al., 2011; Robles, 2014; Santos et al., 2014).

Las vías sensoriales, visual y auditiva, tienen el mismo tipo de axón y la misma velocidad de conducción aproximada (30-120 m/s), variando la distancia recorrida del estímulo y el número de sinapsis. La vía auditiva tiene mayor número de sinapsis que la vía visual, aunque la vía visual presenta dos sinapsis eléctricas y tres sinapsis químicas. Por cada sinapsis química se registra un retraso de 0.5 ms, mientras en la eléctrica no se registra pérdida temporal. Ashoke et al. (2010) reportan que el estímulo auditivo tarda 8 a 10 milisegundos (ms) para llegar al cerebro, mientras el estímulo visual tarda 20 a 40 ms, estableciendo que los valores medios del TR auditivo fueron los más bajos y los del TR táctil los más altos. El cerebro necesita un periodo mínimo de captación del estímulo visual de 60 a 70ms para percibir e interpretar el estímulo, y emitir y ejecutar la respuesta. Esta información, junto con la fiabilidad del instrumento utilizado, permite determinar el TR (Pérez et al., 2011).

Para medir el TR se han aplicado diferentes instrumentos, que han evolucionado desde el quimógrafo hasta el ordenador. El uso de cámaras de video permite registrar cualquier tipo de respuesta motriz, pero requiere un análisis posterior de las imágenes relacionadas con el gesto estudiado, siendo necesario marcar exactamente el inicio de la respuesta para medir el tiempo de diferencia. Este sistema tiene la ventaja de la adaptación a cualquier gesto deportivo para su medición, junto a la actual precisión de los medios (Brusque & Andrade, 2015; Hernández & García, 2013; Robles, 2014;).

Martínez et al. (2011) midieron el TR visual simple en esgrima, evaluando la reacción ante un estímulo visual (cambio de color de un punto) en un ordenador, hallando, para las modalidades florete 230 ± 36 ms, espada 240 ± 18 ms, y sable 208 ± 34 ms. Sin embargo, de acuerdo con Martínez (2003), los TR inespecíficos no tienen relación con los específicos. El TR específico se debe a que el sujeto desarrolla un arco nervioso ante los elementos clave o de referencia para determinar la idoneidad de la reacción entrenada (Robles, 2014).

Martínez et al. (2011), en su estudio sobre el TR de esgrimistas ante estímulos similares a los de la competencia, encontraron tiempos promedio en las modalidades florete 734 ± 285 ms, espada 895 ± 263 ms, y sable 980 ± 304 ms.

Shelton & Kumar (2010) compararon el TR sencillo entre estímulo auditivo o visual y otros factores responsables de la mejora del rendimiento del deportista. Los resultados mostraron que el tiempo medio de reacción visual fue de alrededor de 331ms, en comparación con el TR auditiva media, de alrededor de 284ms, concluyendo que el TR auditiva es menor que el TR visual; también concluyen que los hombres tienen tiempos de reacción menores, en comparación con las mujeres, para estímulos auditivos y visuales.

Por el contrario, Pérez et al. (2011), estudiando el TR ante estímulos sonoros y visuales, utilizando el programa SuperLab® en 79 voluntarios (74% hombres y 26% mujeres; media de edad 22.6 ± 3.7 años), encontraron en los estímulos visuales una media de 322 ± 64 ms, presentando menor tiempo que los sonoros, con una media de 349 ± 83 ms, ($t(78) = -2.67$; $p = 0.009$). En cuanto al género, sólo se hallaron diferencias significativas respecto de los estímulos visuales ($t(77) = -2.65$; $p = 0.010$), lo que sugiere que el TR puede estar influido por el género. El TR medio fue significativamente menor ante estímulos visuales que ante estímulos sonoros; además, los varones presentaron un TR significativamente más corto que las mujeres para el TR visual, sin diferencias significativas para el estímulo auditivo.

Taware et al. (2012) estudiaron el efecto de la edad en los TR auditivo, visual y del cuerpo completo, en 120 varones sanos normales distribuidos en cuatro grupos según la edad, encontrando que el TR audiovisual y del cuerpo entero aumenta con la edad, y el retraso del tiempo medio de reacción audiovisual de todo el cuerpo fue significativamente diferente entre los diferentes grupos de edad. Nikam & Gadkari (2012) estudiaron el efecto de la edad, el género y el índice de masa corporal (IMC) sobre el TR visual y auditivo, en 30 hombres y 30 mujeres entre 18 y 20 años, junto con 30 hombres y 30 mujeres entre 65 y 75 años. El análisis estadístico mostró que el IMC, el TR visual y el TR auditivo fueron significativamente menores en los individuos jóvenes, y las mujeres tuvieron tiempos de reacción más largos que los hombres.

El objetivo principal del presente estudio fue evaluar los tiempos de reacción y de acción ante estímulos visuales y auditivos, en pruebas de laboratorio y de campo en deportistas de la Liga Antioqueña de Esgrima. Además, 1) correlacionar estos tiempos con las variables sociodemográficas edad, masa, talla e IMC; 2) correlacionar los TR y de acción ante estímulos visuales y auditivos en pruebas de laboratorio y campo; y 3) diferenciar los tiempos por variables sociodemográficas (edad, género), tipo de estímulos, lateralidad y segmento corporal.

Método

Estudio de carácter descriptivo, correlativo y comparativo, en el que se midió el TR visual y auditivo en esgrimistas de competencia, estableciendo la relación con la edad, el género y la lateralidad, y además comparó estas variables para determinar la existencia de diferencias significativas. Se seleccionó a conveniencia una muestra de 40 deportistas (58% hombres, 42% mujeres) vinculados a la Liga Antioqueña de Esgrima. Como criterio de inclusión se determinó que fueran deportistas afiliados a la Liga Antioquia de Esgrima, en categorías juvenil y mayor. Como criterios de exclusión, consumo de medicamentos de forma crónica y padecer enfermedades diagnosticadas.

Variables generales sociodemográficas: definición y medición

- Edad en años cumplidos, informada por los deportistas. La muestra se dividió en menores y mayores de 18 años.
- Género.
- Masa corporal en kg, medida con báscula Detecto®, con sensibilidad de 100gr.
- Talla en cm, desde el talón hasta el vértex, medida con tallímetro Detecto®, con sensibilidad de 0.5cm.
- Índice de masa corporal: relación entre la masa corporal con la estatura al cuadrado. Calculada a partir de los datos obtenidos.
- Estrato socioeconómico, informada por los deportistas.
- Lateralidad: lado por donde se ejecuta la prueba. Se tomó como derecha o izquierda.

Variables de laboratorio o generales: definición y medición

1. TR viso-manual: tiempo transcurrido entre la aparición del haz de luz y el movimiento de alguna parte de la mano derecha e izquierda.
2. TA viso-manual: tiempo transcurrido entre el inicio del movimiento de la mano derecha e izquierda y el tiempo en toca un objeto colocado a 25 cm.
3. TR auditivo-manual: tiempo transcurrido entre la aparición del sonido (simultaneo con la aparición del haz de luz, por lo que se colocó un antifaz para bloquear la captación de la luz) y el movimiento de alguna parte de la mano derecha e izquierda.
4. TA auditivo-manual: tiempo transcurrido entre el inicio del movimiento de la mano derecha e izquierda y el tiempo en tocar un objeto colocado a 25 cm.
5. TR viso-pédico: tiempo transcurrido entre la aparición del haz de luz y el movimiento de alguna parte del pie derecho e izquierdo.
6. TA viso-pédico: tiempo entre el inicio del movimiento del pie derecho e izquierdo y el tiempo en tocar un objeto colocado a 25 cm.

7. TR auditivo-pédico: tiempo transcurrido entre el inicio del estímulo auditivo (simultaneo con la aparición del haz de luz, por lo que se colocó un antifaz para bloquear la captación de la luz) y el movimiento de alguna parte del pie derecho e izquierdo.
8. TA auditivo-pédico: tiempo transcurrido entre el inicio del movimiento del pie derecho e izquierdo y el tiempo en tocar un objeto colocado a 25 cm.

Variables específicas o de campo

En común acuerdo con el entrenador, se seleccionaron cinco de técnicas muy usadas en esgrima: toque a pie junto, toque con pie dominante adelantado, toque con fondo, arresto y flecha, en cada una de las cuales se midió el TR y acción ante un estímulo lumínico.

Operacionalización de las variables

Variable	Abrev.	Tipo de variable	T. escala	Unidad medida
Edad	E	Sociodemográfica	Continua	Años
Género	G	Sociodemográfica	Nominal	1=masc. 2=fem.
Masa corporal	MC	Sociodemográfica	Escala	Kg (0.0)
Talla	T	Sociodemográfica	Escala	Cm (000.0)
Índice de masa corporal	IMC	Sociodemográfica	Escala	Kg/(m ²)
Estrato socioeconómico	ESE	Sociodemográfica	Ordinal	Sin unidades
Lateralidad del segmento	D, I.	Sociodemográfica	Nominal	1=der. 2=izq.
TR viso-manual (derecha e izquierda)	VMTR	General	Continua	Milisegundos
TR viso-manual (derecha e izquierda)	VMTA	General	Continua	Milisegundos
TR auditivo-manual (derecha e izquierda)	AMTR	General	Continua	Milisegundos
TR auditivo-manual (derecha e izquierda)	AMTA	General	Continua	Milisegundos
TR viso-pédico (derecha e izquierda)	APTR	General	Continua	Milisegundos
TR viso-pédico (derecha e izquierda)	APTA	General	Continua	Milisegundos
TR visual (derecha e izquierda)	APTR	General	Continua	Milisegundos
TA visual (derecha e izquierda)	APTA	General	Continua	Milisegundos
TR visual toque pie junto (der e izq)	TTR	Específica	Continua	Milisegundos
TA visual en toque a pie junto (der e izq)	TTA	Específica	Continua	Milisegundos
TR visual toque pie adelantado (der e izq)	TPATR	Específica	Continua	Milisegundos
TA visual toque con pie adelantado (der e izq)	TPATA	Específica	Continua	Milisegundos
TR visual en toque con fondo (der e izq)	TFTR	Específica	Continua	Milisegundos
TA visual en toque con fondo (der e izq)	TFTA	Específica	Continua	Milisegundos
TA visual en toque tipo arresto	ATA	Específica	Continua	Milisegundos
TR visual en toque tipo arresto	ATR	Específica	Continua	Milisegundos
TR visual en toque tipo flecha	FTR	Específica	Continua	Milisegundos
TA visual en toque tipo flecha	FTA	Específica	Continua	Milisegundos

Instrumentos

REAC: permite generar estímulos visuales y sonoros con una intensidad a voluntad del investigador, ya sea por separados o simultáneamente.

Video cámara CANON SX260 240fps: captura 240 fotogramas por segundo y permite intervalos de tiempo de $1/240''$ (0.0046").

Kinovea: software libre de análisis de video con opción de seleccionar la velocidad de la cámara y definir el tiempo en milésimas de segundo.

Ordenador: computador portátil Lenovo® para almacenar y procesar los datos.

Procedimiento

Se solicitó al entrenador de la liga su autorización para la participación de los deportistas en el estudio, y a quienes aceptaron se les explicó el objetivo. La toma de datos se realizó de forma individual en las instalaciones de la Liga Antioqueña de Esgrima. Las mediciones se realizaron bajo las condiciones: en el mismo sitio, a la hora del entrenamiento y el mismo estímulo visual y auditivo. Los deportistas declararon no haber consumido medicamentos, café ni alcohol durante el último día, no realizaron entrenamientos intensos 48 horas antes e hicieron un calentamiento igual previo a las pruebas (movimientos de activación general). A cada sujeto se le grabaron tres intentos en cada variable y por cada segmento corporal. El tiempo de latencia entre el inicio de cada intento y el inicio del estímulo fue aleatorio, oscilando entre 0 y 5 segundos. Cada intento fue la unidad de análisis básica, de manera que, como a todos los sujetos se les tomaron tres intentos, el total de la muestra fueron 120 registros.

Manejo de los datos

Se tomaron todos los datos de las diferentes variables y se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, la cual mostró que la mayoría de las variables no se comportaron con normalidad, por lo que se calcularon la mediana y los cuartiles 1 y 3 empleando el programa SPSS V25. Para la diferenciación de los datos por género, lateralidad y tipo de estímulo, se recurrió a estadística no paramétrica con las pruebas de Wilcoxon (PW) y U de Man-Whitney (PMW). Para las correlaciones, se aplicó la prueba de Spearman.

Control de sesgos

Medición: se capacitó a dos monitores para el manejo de los equipos y se recurrió a pruebas tipo test-retest para asegurar la confiabilidad de la medición. Los datos que estuvieron por fuera del límite de confianza fueron reemplazados por la mediana.

Instrumentos de medición: se utilizaron cámaras de alta velocidad (240fps), calibradas mediante filmación de cronómetros digitales, para minimizar los errores por determinación de inicio de

movimientos que estuvieron entre uno y dos fotogramas ($2 \times 0.004 = 0.008$), lo cual alteraría los tiempos promedio en 2-4% (8/250). Se usó luz continua (reflector tipo LED de 50W) para evitar fluctuaciones en la imagen de los videos. Se utilizó fondo azul para incrementar el contraste en los videos.

Selección: dado que no se requería homogeneidad en los datos, se aceptaron todos los deportistas que estuvieran practicando de manera regular (al menos 4 veces a la semana,) y que hubiesen asistido los dos últimos meses.

Manejo de datos: los datos fueron revisados y comparados por dos expertos en estadística.

Consideraciones éticas

La investigación cumplió con los tres principios de la bioética: respeto por las personas, beneficencia y justicia, debido a que los participantes fueron adecuadamente informados y tratados. Los procesos de selección fueron realizados en personas sanas, y por lo tanto fueron justos. Los datos que se recolectaron y los resultados de los análisis fueron fidedignos y no fueron alterados por ningún motivo. Los participantes fueron anónimos para el análisis y la publicación de los resultados. La investigación fue aprobada por el comité técnico de investigación y el comité de ética del Instituto de Educación Física de la Universidad de Antioquia (acta 2016-10307), siguiendo los protocolos de Helsinki y del Ministerio de Salud de Colombia. Los atletas firmaron un consentimiento informado.

Resultados

Sociodemográficos

En la tabla 1 se presentan los resultados de las variables sociodemográficas separadas por género y edad. Participaron más hombres (58%) y menores de 18 años (59%).

Tabla 1. Distribución de los sujetos por categoría de edad (años) y género.

	Femenino		Masculino		Total	
	n	%	n	%	n	%
Menores 19	7	30%	16	70%	23	58%
%	41%		70%		100%	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Edad (años)	13,7	2,9	14,8	2,4	14,4	2,5
Masa (kg)	52,9	5,5	60,9	14,2	58,4	12,9
Talla (cm)	161,7	5,8	170,8	13,3	168,0	12,4
Estrato	4		4		4	
IMC (kg/m ²)	20,2	2,0	21	2,9	20	2,6
Mayores 18	10	59%	7	41%	17	43%
%	59%		30%		100%	

	Femenino		Masculino		Total	
	n	%	n	%	n	%
	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Edad (años)	21,9	2,5	22,1	3,0	22,2	2,7
Masa (kg)	58,7	7,5	70,6	12,5	64,2	11,7
Talla (cm)	163,8	8,2	175,5	3,3	169,1	9,1
Estrato	4		4		4	
IMC (kg/m ²)	22	2,3	22,9	3,8	22	2,9
Total	17	43%	23	58%	40	
	Media	DS	Media	DS	Media	DS
Edad (años)	18,5	4,9	17,2	4,5	17,7	4,7
Masa (kg)	56,3	7,2	64,3	14,4	61,0	12,6
Talla (cm)	162,9	7,2	172,5	11,5	168,7	10,9
Estrato	4		4	1,1	4	
IMC (kg/m ²)	21	2,3	21	3,3	21	2,9

Relaciones entre las variables

Tipo de pruebas y variables sociodemográficas (edad, masa, talla, IMC)

Tabla 2. Correlación entre las variables generales y específicas con la edad de los sujetos, y separadas por género (TR=tiempo de reacción; TA=tiempo de acción).

		Pruebas de laboratorio generales															
		Mano								Pie							
		Visual				Auditiva				Visual				Auditiva			
		Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda	
		TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
Edad	rho	- ,440**	- ,129	-,317**	-,271**	- ,266**	- ,259*	-,232*	-,26**	-,224*	-,180*	- ,270**	-,120	-,149	-,19*	-,28*	-,281**
	sig	0,000	0,159	0,000	0,003	0,003	0,004	0,011	0,004	0,014	0,049	0,003	0,193	0,100	0,003	0,002	0,002
Masa (kg)	rho	-,214*	- ,112	-,320**	-,035	-,171	-,139	-,32*	-,36**	-,227*	-,261**	-,207*	-,194*	-,157	-,169	-,161	-,255**
	sig	0,019	0,223	0,000	0,705	0,061	0,130	0,000	0,000	0,013	0,004	0,023	0,034	0,086	0,066	0,080	0,005
Talla (cm)	rho	-0,136	- ,039	-,213*	-,062	-,158	-,015	-,32*	-,201*	-,188*	-0,144	-,225*	-0,087	-,21*	-,125	-,31*	-0,139
	sig	0,138	0,670	0,019	0,504	0,086	0,871	0,000	0,027	0,039	0,116	0,013	0,343	0,022	0,127	0,001	0,127
IMC	rho	- ,243**	- ,146	-,345**	-,123	-,167	-,198*	-,229*	-,36**	-,23**	-,270**	-0,152	-,267**	-,138	-,121	-,056	-,279**
	sig	0,007	0,110	0,000	0,180	0,068	0,030	0,012	0,000	0,010	0,003	0,096	0,003	0,133	0,128	0,546	0,002

		Pruebas de campo específicas									
		Toque pie junto		Toque pie adelantado		Toque con fondo		Flecha		Arresto	
		TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
Edad	rho	-,234*	-,31**	-,059	-,341**	-,335**	-,240*	-,155	-,25**	-,32**	-,161
	sig	0,010	0,001	0,525	0,000	0,000	0,008	0,090	0,005	0,000	0,079
Masa (kg)	rho	-,344**	-,233*	,039	-,208*	-0,106	-,189*	,150	-,006	-,017	-,217*
	sig	0,000	0,011	0,675	0,023	0,248	0,039	0,103	0,510	0,063	0,017
Talla (cm)	rho	-,228*	0,158	,103	-0,074	-0,074	0,109	,124	0,015	-,196*	-,125
	sig	0,012	0,084	0,264	0,416	0,420	0,234	0,179	0,867	0,032	0,172
IMC	rho	-,361**	-,28**	-,134	-,328**	-0,173	-,253*	,051	-,201*	0,12	-,240**
	sig	0,000	0,002	0,146	0,000	0,059	0,005	0,577	0,028	0,182	0,008

Género Femenino																
Pruebas de laboratorio, generales																
	Mano								Pie							
	Visual				Auditiva				Visual				Auditiva			
	Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda	
	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
rho	-,0115	-,013	-,013	-,0167	-,0083	-,346*	0,1061	-,300*	-,0064	-,0119	-,0100	-,0093	-,025	-,354*	0,012	-,33*
sig	0,418	0,930	0,359	0,240	0,559	0,013	0,458	0,033	0,655	0,402	0,483	0,514	0,861	0,011	0,930	0,018
Pruebas de campo, específicas																
	Toque pie junto		Toque pie adelantado		Toque con fondo		Flecha		Arresto							
	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA						
	rho	-,0025	0,231	-,388*	-,289*	-,0057	0,087	-,364*	-,0059	0,054	-,339*					
sig	0,861	0,102	0,005	0,040	0,690	0,540	0,009	0,676	0,704	0,015						

Género Masculino																
Pruebas de laboratorio generales																
	Mano								Pie							
	Visual				Auditiva				Visual				Auditiva			
	Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda	
	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
rho	-		-		-		-		-		-		-		-	
	,631*	-,237	,467*	-,360**	,372*	0,2319	,562*	,435*	,324*	,319*	,390*	,294*	,246*	0,11251	,551*	,264*
sig	0,000	0,050	0,000	0,002	0,002	0,055	0,000	0,000	0,007	0,008	0,001	0,014	0,042	0,357	0,000	0,028
Pruebas de campo específicas																
	Toque pie junto		Toque pie adelantado		Toque con fondo		Flecha		Arresto							
	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA						
rho	-		-		-		-		-							
	,411*	,516*	-,195	-,459**	,532*	,436*	,457*	,367*	,457*	-,154						
sig	0,000	0,000	0,108	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,207						

Pruebas generales y específicas

Tabla 3. Correlación entre las pruebas generales y pruebas específicas, agregando la separación por género y edad (TR=tiempo de reacción en ms; TA=tiempo de acción en ms).

		General										
Variables		Corr	Toque pie junto		Toque con fondo		Toque con pie adelantado		Flecha		Arresto	
			TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
Mano derecha	TR	Rho	,268**	,267**	,187*	,398**	,313**	0,16	,342**	,280**	,439**	0,14
		p	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,12
	TA	Rho	0,10	0,13	,246**	,571**	,470**	,197*	,457**	,579**	,425**	-0,05
		p	0,30	0,15	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,59
Pie derecho	TR	Rho			0,16	,397**	,269**	0,18	,205*	,315**	,320**	,196*
		p			0,08	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,00	0,03
	TA	Rho			0,13	,442**	,480**	0,09	,419**	,379**	,439**	0,07
		p			0,17	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,43
Correlaciones femenino (N=51; 42%)												
			TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
Mano derecha	TR	Rho	-0,03	-0,01	0,14	0,21	0,11	-0,05	,283*	0,04	,312*	0,06
		p	0,85	0,93	0,34	0,15	0,44	0,72	0,04	0,76	0,03	0,65
	TA	Rho	-0,09	0,14	0,10	,482**	,393**	0,14	,433**	,546**	0,12	0,03
		p	0,52	0,34	0,51	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,42	0,83
Pie derecho	TR	Rho			0,08	0,15	0,05	0,04	-0,06	0,06	0,07	0,06
		p			0,59	0,30	0,70	0,80	0,66	0,67	0,64	0,68
	TA	Rho			-0,09	0,27	0,18	-0,05	,290*	,277*	0,17	-0,02
		p			0,51	0,06	0,22	0,72	0,04	0,05	0,24	0,88

Correlaciones masculino (N= 69; 58%)												
			TR	TA								
Mano derecha	TR	Rho	,486**	,472**	0,18	,577**	,461**	,303*	,377**	,435**	,540**	0,23
		p	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,06
	TA	Rho	,247*	0,12	,312**	,667**	,528**	,247*	,479**	,598**	,663**	-0,09
		p	0,04	0,33	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,46
Pie derecho	TR	Rho			0,20	,556**	,407**	,266*	,343**	,443**	,478**	,324**
		p			0,11	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01
	TA	Rho			,269*	,603**	,637**	0,19	,519**	,516**	,630**	0,18
		p			0,03	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,14
Menores de 18 (N = 63; 52%)												
			TR	TA								
Mano derecha	TR	Rho	,334**	0,12	,324**	,517**	,251*	0,11	,321*	,269*	,486**	-0,02
		p	0,01	0,36	0,01	0,00	0,05	0,37	0,01	0,03	0,00	0,86
	TA	Rho	,309*	0,11	,315*	,578**	,411**	,260*	,405**	,473**	,500**	-0,09
		p	0,01	0,41	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,50
Pie derecho	TR	Rho			,301*	,346**	,308*	,261*	0,07	,252*	0,19	0,15
		p			0,02	0,01	0,01	0,04	0,58	0,05	0,14	0,23
	TA	Rho			,361**	,439**	,326**	0,02	,389**	,395**	,472**	0,14
		p			0,00	0,00	0,01	0,85	0,00	0,00	0,00	0,29
Mayores de 18 (N=57; 48%)												
			TR	TA								
Mano derecha	TR	Rho	0,03	0,22	-0,14	-0,07	0,04	-0,12	0,24	-0,09	,282*	0,16
		p	0,80	0,11	0,28	0,60	0,79	0,37	0,07	0,50	0,03	0,22
	TA	Rho	-0,16	0,05	0,17	,480**	,412**	0,14	,486**	,580**	,297*	-0,01
		p	0,23	0,69	0,21	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,03	0,96
Pie derecho	TR	Rho			-0,02	,277*	0,20	-0,02	,287*	,337*	,388**	0,23
		p			0,86	0,04	0,13	0,88	0,03	0,01	0,00	0,08
	TA	Rho			-0,19	,278*	,539**	-0,06	,416**	0,21	,305*	-0,10
		p			0,15	0,04	0,00	0,67	0,00	0,11	0,02	0,47

Diferenciación de los datos

Diferencias entre TR y de acción

Tabla 4. Diferenciación por TR y TA en ms, separando la muestra por género y edad (con amarillo se señalan los valores menores).

General: Tiempo de reacción - Tiempo de acción (N = 120)								
	Mano				Pie			
	Visual		Auditivo		Visual		Auditivo	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
T. reacción	194	179	185	175	240	221	219	217
T. acción	229	233	258	260	250	267	288	288
Z	-4,447 ^b	-5,777 ^b	-7,820 ^b	-8,340 ^b	-2,734 ^b	-6,677 ^b	-6,106 ^b	-7,894 ^b
Sig	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
Femenino (n=51)								
	Mano				Pie			
	Visual		Auditivo		Visual		Auditivo	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
T. reacción	183	183	175	179	238	217	221	221
T. acción	229	233	275	288	271	263	288	288
Z	-4,447 ^b	-5,777 ^b	-7,820 ^b	-8,340 ^b	-2,734 ^b	-6,677 ^b	-6,106 ^b	-7,894 ^b
Sig	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
Masculino (n= 69)								
	Mano				Pie			
	Visual		Auditivo		Visual		Auditivo	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
T. reacción	200	179	188	171	246	225	217	208
T. acción	229	233	246	250	242	271	288	288
Z	-2,839 ^c	-4,065 ^c	-6,053 ^c	-6,528 ^c	-1,355 ^c	-5,246 ^c	-3,475 ^c	-6,242 ^c
Sig	0,005	0,000	0,000	0,000	0,175	0,000	0,001	0,000
Menores de 18 años (n= 63)								
	Mano				Pie			
	Visual		Auditivo		Visual		Auditivo	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
T. reacción	229	196	200	179	250	242	221	229
T. acción	238	250	275	267	279	279	292	292
Z	-,786 ^c	-3,689 ^c	-5,814 ^c	-6,260 ^c	-1,385 ^c	-3,956 ^c	-3,607 ^c	-5,335 ^c
Sig	0,432	0,000	0,000	0,000	0,166	0,000	0,000	0,000
Mayores de 18 años (n= 57)								
	Mano				Pie			
	Visual		Auditivo		Visual		Auditivo	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
T. reacción	179	175	171	167	221	213	217	196
T. acción	225	221	238	246	238	258	275	271
Z	-4,993 ^c	-4,557 ^c	-5,146 ^c	-5,581 ^c	-2,425 ^c	-5,358 ^c	-5,096 ^c	-5,893 ^c
Sig	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000
Menores de 18 años, Femenino (n= 18)								
	Mano				Pie			
	Visual		Auditivo		Visual		Auditivo	
	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo	Derecho	Izquierdo
T. reacción	206	192	194	177	238	225	206	219
T. acción	227	258	294	310	281	260	315	321
Z	-1,591 ^c	-3,267 ^c	-3,637 ^c	-3,725 ^c	-1,397 ^c	-1,989 ^c	-3,267 ^c	-2,897 ^c
Sig	0,112	0,001	0,000	0,000	0,162	0,047	0,001	0,004

Menores de 18 años, Masculino (n= 45)								
T. reacción	246	196	204	179	258	242	225	238
T. acción	242	250	258	263	250	288	288	292
Z	-,130 ^c	-2,379 ^d	-4,579 ^d	-4,941 ^d	-,729 ^d	-3,569 ^d	-2,260 ^d	-4,466 ^d
Sig	0,897	0,017	0,000	0,000	0,466	0,000	0,024	0,000
Mayores de 18 años, Femenino (n= 33)								
T. reacción	179	183	171	179	238	213	225	225
T. acción	229	221	263	275	250	263	275	271
Z	-3,075 ^c	-2,779 ^c	-3,600 ^c	-3,538 ^c	-2,234 ^c	-3,835 ^c	-4,217 ^c	-3,843 ^c
Sig	0,002	0,005	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000
Mayores de 18 años, Masculino (n= 24)								
T. reacción	173	158	175	152	213	215	179	185
T. acción	219	219	233	223	223	254	271	269
Z	-4,299 ^c	-4,031 ^c	-4,031 ^c	-4,299 ^c	-1,202 ^c	-3,863 ^c	-2,833 ^c	-4,293 ^c
Sig	0,000	0,000	0,000	0,000	0,229	0,000	0,005	0,000

Diferenciación de las variables generales por género y edad

Tabla 5. Diferenciación por género y edad separando la muestra por variables generales (con amarillo se señalan los valores menores). TR=tiempo de reacción en ms; TA=tiempo de acción en ms.

	Visual								Auditiva							
	Mano				Pie				Mano				Pie			
	Derecha		Izquierda		Derecho		Izquierdo		Derecha		Izquierda		Derecho		Izquierdo	
	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
Comparación por género																
Femen.	183	229	183	233	175	275	179	288	238	271	217	263	221	288	221	288
Mascul.	200	229	179	233	188	246	171	250	246	242	225	271	217	288	208	288
U Mann-Whitney	1500	1701	1740	1657	1542	1614	1481	1389	1724	1514	1557	1745	1752	1609	1568	1726
Z	-1,38	-0,31	-0,10	-0,54	-1,16	-0,78	-1,48	-1,97	-0,19	-1,31	-1,08	-0,08	-0,04	-0,80	-1,02	-0,18
Sig	0,167	0,756	0,917	0,586	0,247	0,438	0,139	0,049	0,848	0,191	0,281	0,939	0,968	0,424	0,308	0,859
Comparación por grupos de edad																
Menor 18	229	238	196	250	200	275	179	267	250	279	242	279	221	292	229	292
Mayor 18	179	225	175	221	171	238	167	246	221	238	213	258	217	275	196	271
U Mann-Whitney	882	1528	1140	1233	1245	1258	1314	1257	1331	1422	1236	1548	1486	1393	1211	1212
Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sig	0,000	0,16	0,001	0,003	0,004	0,005	0,011	0,005	0,015	0,049	0,003	0,19	0,103	0,034	0,002	0,002
Género femenino: comparación por edad																

Menor 18	206	227	192	258	194	294	177	310	238	281	225	260	206	315	219	321
Mayor 18	179	229	183	221	171	263	179	275	238	250	213	263	225	275	225	271
U Mann-Whitney	256	293	250	237	267	173	259	190	274	254	261	264	288	170	293	179
Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sig	0,819	0,089	0,928	1,184	0,593	2,446	0,751	2,120	0,454	0,848	0,710	0,661	0,178	2,506	0,089	2,339
Sig	0,413	0,929	0,354	0,237	0,553	0,014	0,453	0,034	0,650	0,396	0,478	0,509	0,859	0,012	0,929	0,019
Género masculino: comparación por edad																
Menor 18	246	242	196	250	204	258	179	263	258	250	242	288	225	288	238	292
Mayor 18	173	219	158	219	175	233	152	223	213	223	215	254	179	271	185	269
U Mann-Whitney	128	386	236	305	297	389	173	257	329	332	285	348	380	467	180	368
Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sig	5,203	1,951	3,850	2,972	3,068	1,912	4,638	3,583	2,668	2,631	3,217	2,424	2,025	-,928	4,542	2,177
Sig	0,000	0,051	0,000	0,003	0,002	0,056	0,000	0,000	0,008	0,009	0,001	0,015	0,043	0,354	0,000	0,029
Menores de 18: comparación por género																
Femenino	206	227	192	258	194	294	177	310	238	281	225	260	206	315	219	321
Masculino	246	242	196	250	204	258	179	263	258	250	242	288	225	288	238	292
U Mann-Whitney	276	339	353	380	327	275	328	242	349	388	331	318	349	250	353	318
Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sig	1,965	1,015	0,800	0,389	1,189	1,989	1,181	2,485	0,860	0,267	1,128	1,325	0,853	2,363	0,800	1,333
Sig	0,049	0,310	0,424	0,698	0,235	0,047	0,237	0,013	0,390	0,790	0,259	0,185	0,393	0,018	0,424	0,182
Mayores de 18: comparación por género																
Femenino	179	229	183	221	171	263	179	275	238	250	213	263	225	275	225	271
Masculino	173	219	158	219	175	233	152	223	213	223	215	254	179	271	185	269
U Mann-Whitney	278	357	245	368	375	371	137	317	293	252	365	285	318	390	168	368
Z	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sig	1,920	0,632	2,461	0,461	0,340	0,413	4,203	1,290	1,675	2,331	0,510	1,800	1,263	-,097	3,696	0,462
Sig	0,055	0,527	0,014	0,644	0,733	0,680	0,000	0,197	0,094	0,020	0,610	0,072	0,207	0,923	0,000	0,644

Diferenciación de las variables generales por lateralidad y canal de estimulación

Tabla 6. Variables por lateralidad y canal de estimulación.

A la izquierda, comparación de variables por canal estimulado. A la derecha, comparación por lado. I=Izquierdo; D=derecho; V=visual; A=auditivo; TR=tiempo de reacción en ms; TA=tiempo de acción en ms. Se señalan en amarillo los valores menores.

Población (N=120)									Población (N=120)								
Mano				Pie					Mano				Pie				
Visual		Auditiva		Visual		Auditiva			Derecha		Izquierda		Derecho		Izquierdo		
TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
D	194	229	185	258	240	250	219	288	V	194	229	179	233	240	250	221	267
I	179	233	175	260	221	267	217	288	A	185	258	175	260	219	288	217	288
z	-	-	-	-	-1,88b	-2,09c	-0,84b	-	z	-	-5,30c	-3,49b	-5,63c	-1,4b	-5,58c	-2,12b	-4,77c
p	0,143	0,008	0,025	0,044	0,059	0,036	0,401	0,719	p	0,055	0,000	0,000	0,000	0,137	0,000	0,033	0,000
Género Femenino (N=51)									Género Femenino (N=51)								
D	183	229	175	275	238	271	221	288	V	183	229	183	233	238	271	217	263
I	183	233	179	288	217	263	221	288	A	175	275	179	288	221	288	221	288
z	-	-	-	-	-1,15c	-	-	-	z	-	-	-	-	-	-	-	-
	,554c	1,69d	,572d	1,89d		,159d	,503d	,507c		-0,886c	3,79d	-0,591c	4,20d	-1,4c	3,15d	-0,032c	2,95d
p	0,580	0,090	0,567	0,058	0,249	0,874	0,615	0,612	p	0,375	0,000	0,555	0,000	0,159	0,002	0,975	0,003
Género Masculino (N=69)									Género Masculino (N=69)								
D	200	229	188	246	246	242	217	288	V	200	229	179	233	246	242	225	271
I	179	233	171	250	225	271	208	288	A	188	246	171	250	217	288	208	288
z	-	-	-	-	-	-	-	-	z	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,42c	1,90d	3,43c	1,02d	-1,45c	2,76d	1,45c	-1,0d		-1,69c	3,73d	-4,29c	3,77d	,731c	4,59d	2,965c	3,73d
p	0,153	0,056	0,001	0,304	0,146	0,006	0,147	0,308	p	0,089	0,000	0,000	0,000	0,465	0,000	0,003	0,000
Menores 18 años (N=63)									Menores 18 años (N=63)								
D	229	238	200	275	250	279	221	292	V	229	238	196	250	250	279	242	279
I	196	250	179	267	242	279	229	292	A	200	275	179	267	221	292	229	292
z	-	-	-	-	-	-	-	-	z	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,65c	2,89d	2,29c	-0,89d	-1,42c	-0,79d	-0,58c	-0,47d		-3,21c	5,09d	-3,21c	4,88d	-0,91c	3,86d	-1,32c	4,00d
p	0,097	0,004	0,022	0,369	0,155	0,427	0,558	0,638	p	0,001	0,000	0,001	0,000	0,362	0,000	0,185	0,000
Mayores 18 años (N=63)									Mayores 18 años (N=63)								
D	179	225	171	238	221	238	217	275	V	179	225	175	221	221	238	213	258
I	175	221	167	246	213	258	196	271	A	171	238	167	246	217	275	196	271

z	-	-	-	-	-	-	-	-	z	-	-	-	-	-	-	-	-
	,150	,676	,875	1,897	1,062	2,193	,840	,008		1,337	2,199	1,871	3,021	,974	4,177	1,746	2,821
	c	c	d	c	d	c	d	d		c	c	d	c	d	c	d	c
p	0,88	0,49	0,38	0,058	0,288	0,028	0,40	0,99	p	0,181	0,028	0,061	0,003	0,33	0,000	0,081	0,005
	0	9	2				1	3						0			

Diferenciación de las variables generales por segmento corporal

Tabla 7. Valores de tiempos de reacción y acción de las variables generales, separadas por las acciones de mano y pie (TR=tiempo de reacción en ms; TA=tiempo de acción en ms).

Población general (120)								
	Visual				Auditiva			
	Derecha		Izquierda		Derecha		Izquierda	
General: comparación mano-pie								
	TR	TA	TR	TA	TR	TA	TR	TA
Mano	194	229	179	233	185	258	175	260
Pie	240	250	221	267	219	288	217	288
Z	-4,798 ^b	-5,680 ^b	-5,072 ^b	-5,563 ^b	-5,063 ^b	-4,881 ^b	-5,870 ^b	-4,052 ^b
Sig	0,000							
Género Femenino: comparación mano-pie								
Mano	183	229	183	233	175	275	179	288
Pie	238	271	217	263	221	288	221	288
Z	-3,338 ^c	-4,736 ^c	-3,333 ^c	-3,463 ^c	-3,874 ^c	-3,028 ^c	-3,521 ^c	-1,067 ^c
Sig	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,002	0,000	0,286
Género Masculino: comparación mano-pie								
Mano	171	208	160	215	167	223	154	221
Pie	246	242	225	271	217	288	208	288
Z	-3,448 ^c	-3,366 ^c	-3,890 ^c	-4,396 ^c	-3,417 ^c	-3,802 ^c	-4,704 ^c	-4,466 ^c
Sig	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Menores de 18 años: comparación mano-pie								
Mano	229	238	196	250	200	275	179	267
Pie	250	279	242	279	221	292	229	292
Z	-2,213 ^c	-4,468 ^c	-3,047 ^c	-3,181 ^c	-3,493 ^c	-3,069 ^c	-4,957 ^c	-3,013 ^c
Sig	0,027	0,000	0,002	0,001	0,000	0,002	0,000	0,003
Mayores de 18 años: comparación mano-pie								
Mano	179	225	175	221	171	238	167	246
Pie	221	238	213	258	217	275	196	271
Z	-4,460 ^c	-3,408 ^c	-4,125 ^c	-4,665 ^c	-3,788 ^c	-3,919 ^c	-3,307 ^c	-2,738 ^c
Sig	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,006

Diferencias entre las pruebas de laboratorio y las generales

Tabla 8. Diferencia entre el TR y de acción de la mano derecha en la prueba de laboratorio y las pruebas generales específicas.

MD=mano derecha; TPJ toque a pie junto; TPA=toque a pie adelantado; TF=toque con fondo; F=flecha; A=arresto.

General (N=120)												
MD - TPJ		MD - TPA		MD - TF		MD - F		MD - A				
	TR	TA		TR	TA		TR	TA		TR	TA	
MD	194	229	MD	194	229	MD	194	229	MD	194	229	
TPJ	252	183	TPA	267	338	TF	267	394	F	288	554	
z	-6,714b	-6,098c	z	-7,650b	-9,343b	z	-7,622 ^b	-9,500 ^b	z	-8,663 ^b	-9,507 ^b	
p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,885	
Femenino (N=51)												
MD	183	229	MD	183	229	MD	183	229	MD	183	229	
TPJ	254	196	TPA	250	354	TF	267	417	F	288	500	
z	-4,220c	-2,860d	z	-4,751c	-6,131c	z	-5,467c	-6,187c	z	-5,625c	-6,215c	
p	0,000	0,004	p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,214	
Masculino (N=69)												
MD	200	229	MD	200	229	MD	200	229	MD	200	229	
TPJ	250	175	TPA	283	338	TF	283	388	F	304	563	
z	-5,299 ^c	-5,565 ^d	z	-5,999 ^c	-7,096 ^c	z	-5,254 ^c	-7,221 ^c	z	-6,583 ^c	-7,221 ^c	
p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,128	
Menores 18 años (N=63)												
MD - TPJ		MD - TPA		MD - TF		MD - F		MD - A				
	TR	TA		TR	TA		TR	TA		TR	TA	
MD	229	238	MD	229	238	MD	229	238	MD	229	238	
TPJ	263	217	TPA	267	379	TF	308	413	F	317	579	
z	-4,178 ^c	-3,108 ^d	z	-4,509 ^c	-6,834 ^c	z	-5,330 ^c	-6,902 ^c	z	-5,560 ^c	-6,902 ^c	
p	0,000	0,002	p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,580	
Mayores 18 años (N=57)												
MD - TPJ		MD - TPA		MD - TF		MD - F		MD - A				
	TR	TA		TR	TA		TR	TA		TR	TA	
MD	179	225	MD	179	225	MD	179	225	MD	179	225	
TPJ	225	171	TPA	267	300	TF	250	371	F	275	467	
z	-5,275 ^c	-5,322 ^d	z	-6,048 ^c	-6,395 ^c	z	-5,397 ^c	-6,546 ^c	z	-6,521 ^c	-6,568 ^c	
p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,000	p	0,000	0,399	

Discusión

Al relacionar las variables de laboratorio con las variables de campo, se encontró que el TR de la prueba visual con la mano derecha se correlacionó significativamente con ocho de las diez pruebas específicas (tabla 2). Al separar la muestra por género, se encontró que esta relación fue más significativa en el género masculino menores de 18 años, tanto en el TR como en el de acción. De otra parte, la prueba del pie derecho también mostró una correlación significativa con las pruebas específicas, y a semejanza de la prueba de reacción, esta prueba se correlacionó más con el género masculino y con los menores de 18 años. Por tanto, estas pueden ser usadas como pruebas de selección o de pronóstico en sujetos masculinos menores de 18 años que deseen practicar esgrima, o de control del entrenamiento en dichas pruebas.

Al establecer la comparación entre los tiempos de reacción y los de acción en las pruebas generales, se encontró una diferencia muy significativa entre ellos ($p < 0.01$), siendo menor el TR que el de acción en todas las pruebas (tabla 4). Como se mencionó, el TR tiene una clara relación con la conducción de los estímulos en el sistema neural, donde los estímulos viajan a 120m/s, a diferencia del sistema muscular, donde la velocidad de contracción es de 5 a 8 m/s. Esta diferenciación se encontró al separar la muestra por género y edad. En los resultados reportados por Akhani et al. (2015) y Martínez et al. (2011), no se diferencia entre TR y TA, siendo una imprecisión a la hora de establecer las pautas para el entrenamiento, pues la metodología para entrenar el TR es diferente a la del TA. En la primera situación, los juegos de reacción ante estímulos presentados serán la base para su mejoramiento, mientras que los entrenamientos de potencia o de fuerza explosiva serían los indicados. En los resultados individualizados, se encontró que puede darse la situación de un esgrimista con un buen TA, pero un TR largo, o, como se encontró en algunos campeones nacionales, tenían los menores tiempos de reacción y de acción, lo que explicaba su eficiencia deportiva.

Los resultados (tabla 2) indican que la edad tiene una relación inversa significativa con el TR de las pruebas generales y específicas analizadas, lo que solo se cumple para el rango de edad de 10 a 27 años, edad de la muestra examinada. Al respecto, Rodríguez (2014) afirma que el TR se acorta notablemente entre los 6 y 8 años, edad propicia para iniciar el entrenamiento, y que el tiempo óptimo de reacción se presenta entre los 18 y 25 años. Por otra parte, Taware et al. (2012) y Nikam et al. (2012), estudiando jóvenes y mayores de edad, encontraron que el TR aumenta con la edad, de manera que el comportamiento del TR no sería lineal, sino en forma de U, donde el máximo desarrollo estaría en la tercera década. De otro lado, al analizar el TA, también se encontró una correlación inversa negativa, es decir, a mayor edad, menor tiempo para realizar acciones musculares. Se puede decir que en los esgrimistas evaluados, sus años de entrenamiento han potenciado su desarrollo muscular y

neural, pues aunque el TR tiene solo un componente neural, el TA tiene la acción neuromuscular. Finalmente, para analizar la influencia del género sobre los tiempos de las variables analizadas, se encontró (tabla 3) que las correlaciones son más significativas en el género masculino. Estos hallazgos permiten resaltar la influencia genética del género sobre la parte neural y muscular del sistema de reacción, confirmando que la masa muscular y las acciones hormonales en el género masculino hacen diferencia con el género femenino.

Akhani et al. (2015) asumen que el TR tiene 3 componentes: la percepción, la decisión y la ejecución. De acuerdo con Pérez et al. (2011), el cerebro requiere de 60 a 70 ms para interpretar la respuesta y ejecutarla. En los tiempos registrados en la presente investigación, el tiempo promedio de reacción en las pruebas generales fue de 200 ms. Si se asume que la distancia entre el sistema nervioso central y la mano está entre 0.60m y 1.00m, la velocidad con que viaja el estímulo sería de $0.60/0.200 = 3\text{m/s}$ o $1.00/0.200 = 5\text{m/s}$, lo que estaría en contraposición con la velocidad del impulso nervioso que está entre 30-120m/s (Pérez et al., 2011). Para cumplir con esta velocidad, el tiempo real de reacción sería entre 8 y 30ms ($1.00/120=0.008$; $1.00/30= 0.03$; $60/120=0.005$; $0.60/30= 0.02$), aceptando que los procesos centrales de percepción y toma de decisión requieren un gran tiempo, siendo este rango (8 a 30ms) el tiempo real para reaccionar. Llama la atención el estudio de Martínez et al. (2011) quienes reportaron tiempos de reacción de 732 a 930ms en esgrimistas, puesto que en esta investigación se encontraron tiempos de simulación de competencia entre 300 y 400ms. Este retardo en los tiempos de reacción se explicaría por los procesos de percepción y toma de decisión que tomarían más tiempo, pues el tiempo de ejecución no variaría mucho por ser un proceso inconsciente.

En la tabla 5 se presentan los resultados relacionados con la diferenciación de las variables por género y edad. De acuerdo con la prueba de Man Whitney, no existieron diferencias significativas por género, excepto en la prueba de TA del pie izquierdo. Estos resultados se contradicen con lo reportado por Pérez et al. (2011), quienes encontraron diferencias en el TR al comparar la muestra por género, pero solo en los estímulos visuales. Al separar la muestra por edad, se encontraron diferencias significativas, donde los hombres mayores de 18 años presentaron diferencias significativas en todas las pruebas analizadas. Es posible explicar esta diferenciación por el mayor grado de desarrollo y de entrenamiento de los mayores, maduración que influiría sobre el desarrollo neurológico y muscular de estos sujetos.

Los esgrimistas analizados presentaron dominancia manual derecha, por lo que se esperaban tiempos de reacción y acción menores al ejecutar movimientos derechos. Al examinar toda la muestra (tabla 6), solo en las pruebas de TA visuales manuales y en la auditiva manual derecha, se encontraron diferencias significativas. La separación de la muestra por género y

edad evidenció que estas correlaciones no son inherentes al género ni a la edad. Es posible que estas diferencias sean explicadas por los años de práctica o por el tipo de entrenamiento, factores que no se analizaron en este estudio.

En el análisis de la diferenciación de los canales visual y auditivo, el canal visual fue menor en todas las pruebas analizadas, pero solo para el TA. Al ejecutar movimientos por el lado izquierdo, se encontraron diferencias significativas en el TR. Al separar la muestra por género, se encontró que el género femenino es más sensible a los estímulos visuales y en los tiempos de acción. El género masculino se comportó como la muestra general. En el género femenino, luego de los 18 años solo se encontró diferencias en una prueba. En cambio, en los menores de 18 años de género masculino se encontraron diferencias en todas las pruebas analizadas, pero curiosamente en las pruebas de reacción son más rápidas sus respuestas por el canal auditivo, mientras que en las pruebas visuales son más cortos los tiempos de acción. El estudio de Ashoke et al. (2010), mostró que los tiempos de reacción ante estímulos auditivos fueron menores, al compararlos con los visuales y táctiles, lo que coincide con los resultados del presente estudio.

Los datos de la tabla 7 permiten afirmar que los tiempos de reacción y acción de las manos son menores significativamente ($p < 0.00$) que los de los pies, lo que podría obedecer a la distancia que deben recorrer los estímulos para llegar a la musculatura periférica, es decir, dada la velocidad constante del impulso nervioso, a mayor distancia que deba recorrer, mayor será el tiempo. Pero, por otra parte, se consideró que la musculatura de los miembros inferiores es más potente (más rápida) que la de los miembros superiores y que, por lo tanto, el TA sería menor, pero los datos de esta investigación no confirman esa suposición. Estos hallazgos se cumplieron también cuando la muestra se separó por género y edad.

Finalmente, al comparar los tiempos de reacción y acción de la mano derecha en la prueba de laboratorio y las pruebas de campo, donde el TR se tomó por el movimiento de la mano derecha, se encontró que los tiempos de las pruebas de campo son significativamente mayores, llamando la atención las pruebas de toque a pie junto y de arresto. En la prueba de toque a pie junto, el TR fue menor en la prueba de laboratorio, pero el TA fue menor en la de campo, es decir, a pesar de que el atleta debe mover su miembro con un peso mayor (el implemento) su musculatura es capaz de mover el brazo de manera más rápida. En la prueba de arresto, el TR fue menor y el TA fue similar. Al separar la muestra por género y edad, se siguieron observando estas diferencias. Los TR se incrementan, al parecer, de acuerdo con lo antes mencionado respecto a ellos (Akhani et al., 2015; Martínez et al., 2011; Nuñez, 2006; Pérez et al., 2011).

Conclusiones

Las pruebas de reacción y acción visuales de laboratorio (mano y pie derecho) se correlacionan de manera significativa e inversa ($p < 0.00$) con las de campo (toque a pie junto, toque con pie adelantado, toque con fondo, flecha y arresto, por lo que se pueden emplear como pruebas de seguimiento y selección. Esta correlación fue más notoria en el género masculino y en los menores de 18 años.

Las pruebas de reacción y acción tanto de laboratorio como de campo se relacionaron de manera significativa e inversa ($p > 0.01$) con la edad, con la masa corporal, y con el IMC. Estas correlaciones fueron más notorias para el género masculino.

Existieron diferencias significativas por edad (menor tiempo en los mayores de 18 años), canal de estimulación (menor tiempo en el canal visual), lateralidad (menor tiempo por el lado derecho), segmento corporal (menor tiempo en las manos). En el género femenino se encontraron tiempos menores en el canal auditivo. Los tiempos de reacción y de acción de las pruebas específicas fueron mayores que los de las pruebas de laboratorio.

Referencias

- Akhani, P., Gosai, H., Mendpara, S. y Harsoda, J. (2015). Mental chronometry in table tennis players and football players: who have faster reaction time? *International Journal of Basic and Applied Physiology*, 4(1), 53-57.
- Ashoke, B., Shikha, D., & Sudarsan, B. (2010). Reaction time with respect to the nature of stimulus and age of male subjects. *Journal of Sport and Health Research*, 2(1), 35-40.
- Brusque, T., & Andrade, A. (2015). Retrasos en la medición del tiempo con el uso de computadoras en la investigación del tiempo de reacción: una revisión sistemática. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(2), 341-349.
- Hernández, M., & García V. (2013) Análisis del tiempo de reacción en taekwondistas de distinto nivel de pericia. *Athlos. Revista Internacional de Ciencias Sociales de la Actividad Física, el Juego y el Deporte*, 5(5), 18-41.
- Martínez, O., López, E., Sillero, M., & Saucedo, F. (2011). La toma de decisión en tareas de entrenamiento de la esgrima y su relación con el tiempo de reacción. *Revista de Ciencias del Deporte*, 7, 3-12.
- Martínez, O. (2003). *El tiempo de reacción visual en el karate* [Tesis Doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid, Departamento de Física e Instalaciones Aplicadas a la Edificación, el Urbanismo y el Medio Ambiente. Madrid.

- Nikam, H., & Gadkari, J. (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.
- Pérez, J., Soto, J., & Rojo, J. (2011). Estudio del tiempo de reacción ante estímulos sonoros y visuales. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 27, 149-162.
- Robles, J. (2014). *El tiempo de reacción específico visual en deportes de combate* [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Madrid.
- Roca, J. (1983). *Tiempo de reacción y deporte*. Barcelona: Generalitat de Catalunya, INEF.
- Rodríguez, M. (2014). Velocidad de reacción y velocidad acíclica. <https://www.entrenamiento.com/atletismo/velocidad/velocidad-de-reaccion-y-velocidad-aciclica/>
- Santos, V., Santos, V., Felipe, L., Almeida, J., Bertuzzi, R., Kiss, M., & Lima, A. (2014). Caffeine reduces reaction time and improves performance in simulated-contest of taekwondo. *Nutrients*, 6(2), 637-649.
- Shelton, J., & Kumar, G. (2010). Comparación entre los tiempos de reacción simples auditiva y visual. *Neurociencia y Medicina*, 1, 30-32.
- Taware, G., Bhutkar, M., Bhutkar, P., Doijad, V., & Surdi, A. (2012). Effect of age on audio-visual and whole body reaction time. *Al Ameen Journal of Medical Science*, 5(1), 90-94.
- Vickers, J. (2007). *Perception, cognition, and decision training: the quiet eye in action*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona, España: Editorial Paidotribo.