



## **ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA**

### **ANALYSIS OF REACTION TIME IN TAEKWONDISTS OF DIFFERENT EXPERTISE LEVEL**

**Miguel Ángel Hernández Lorenzo<sup>1</sup> y Virginia García Coll<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad de Castilla-La Mancha

<sup>2</sup>Departamento de Educación Física y Salud. Facultad de Educación. Universidad Internacional de la Rioja.

C/ José Barcena, 29, 5ªD

Talavera de La Reina

45600 Toledo

e-mail: mahltkd.1@gmail.com

#### **Resumen:**

En los deportes de combate, concretamente en el taekwondo, los competidores se ven sorprendidos por multitud de técnicas de pierna a grandes velocidades a las que tienen que reaccionar de forma rápida para evitar su puntuación. El objetivo de este estudio ha sido medir el tiempo de reacción óculo-manual y distinguir el tipo de visión empleada por taekwondistas con distinto nivel de pericia. Participaron en el estudio un total de 33 taekwondistas, divididos en 10 expertos y 23 novatos. 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. Se demostró que los taekwondistas expertos tienen una mayor capacidad de reacción que los novatos y que la visión empleada durante la ejecución de las pruebas y los movimientos utilizados guardan relación con la forma de defender las patadas en taekwondo por parte de los deportistas de alto nivel.

**Palabras clave:** taekwondo, tiempo de reacción, percepción, pericia



**Abstract:**

In fighting sports, specifically in taekwondo, competitors are surprised by numerous leg techniques at high speed, to which they must react to avoid the opponent's score. The aim of this study has been measuring the hand-eye reaction time and distinguishing the type of vision used in taekwondists with different expertise levels. 33 taekwondists took part in the study, divided into 10 experts and 23 novices. The instrument used was the Dynavision D2, a speed of reaction meter that sends stimuli in succession to the athletes, so that they react rapidly. It was proved that expert taekwondists have major capacity of reaction than novices and that the view and movements used are related to the way that high-level taekwondists defend against kicks.

**Key words:** taekwondo, reaction time, perception, expertise.

*Recibido: 30 de Noviembre de 2011. Aceptado: 20 de Diciembre de 2013*



## **INTRODUCCIÓN**

En los deportes de combate como el taekwondo, uno de los factores que más afectan y condicionan el desarrollo de la pelea es el tiempo de reacción. Se ha realizado este estudio para poder demostrar las diferencias que surgen en el tiempo de reacción en sujetos con distinto nivel de pericia y observar el comportamiento visual que establecen los distintos individuos.

Los resultados que nos ofrece este estudio se relacionan directamente con lo que puede ocurrir en un combate de taekwondo en cuanto a la forma de defender las acciones del rival y puede ayudar en la planificación de los entrenamientos.

## **Evolución del Taekwondo**

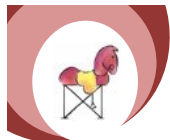
Según Moening (2011), "Los desarrollos y direcciones históricas en la técnica del taekwondo estuvieron a menudo influenciados por cambios en las normas y reglas de competición. Cualquier sistema de reglas en la competición manipula de forma natural el estilo del juego, las tácticas utilizadas, las técnicas preferidas y la forma y ejecución de las técnicas específicas. Las técnicas permitidas que pueden conducir a la victoria se ven favorecidas de forma natural. Los cambios en las reglas condujeron a muchos cambios en las técnicas favoritas." (p.129)

Ríos (2011) hace un resumen de los principales cambios que se han llevado a cabo en el taekwondo en los últimos años. A nivel técnico nos destaca las acciones a la cara con giro y los intercambios de patada en el cuerpo a cuerpo. Esto hace que el deportista tenga que hacer hincapié en la mejora de su percepción para evitar encajar dichos puntos.

El somatotipo de los taekwondistas también ha variado respecto a años atrás. Ahora los entrenadores buscan competidores con mayor envergadura y se trabaja bastante sobre la flexibilidad y elasticidad para adecuar esta capacidad a las acciones de zona alta. Los cambios producidos en estos últimos años dan paso a un taekwondo mucho más estudiado y programado que el de antaño. La diferencia entre los deportistas de alto nivel suele ser mínima, por lo que las acciones de esquiva o defensa de patadas están tomando relevancia en el taekwondo actual, siendo necesario el trabajo de reacción óculo-manual.

## **Concepto de tiempo de reacción**

Uno de los objetivos principales de los investigadores del deporte, ha sido descubrir cómo afecta la velocidad en los distintos deportes y gestos motores, así como las distintas manifestaciones de



ella. Siempre se ha intentado saber quién es “el más rápido” comparando distintas acciones deportivas individuales entre varios deportistas.

El tiempo de reacción desempeña un papel importante en estas acciones deportivas individuales, llegando a ser un factor determinante a la hora de decidir quien realiza un movimiento o una técnica con mayor o menor velocidad. En el taekwondo el tiempo de reacción es fundamental, ya que se habla de un deporte en el que los movimientos son rápidos, en una distancia corta y en el que hay que estar muy atentos a cualquier acción del oponente, ya que de un momento a otro se puede marcar la diferencia en el enfrentamiento.

Pérez, Soto y Rojo (2011), en su estudio de tiempo de reacción señalan que la manifestación del tiempo de reacción es menor en estímulos visuales que en estímulos auditivos. Es conveniente destacar que se tarda menos tiempo en reaccionar ante estímulos visuales, puesto que en taekwondo también influyen distintos sonidos que hay que aislar, centrándose únicamente en los gestos motores del adversario.

Roca i Balasch (1983) hablan del tiempo de reacción a partir del momento en que aparece el estímulo hasta que comienza el movimiento. También saca a la luz el concepto de tiempo de movimiento como el momento en el que empieza el movimiento, hasta que termina la respuesta del sujeto, mientras las respuestas de reacción incluyen tiempo de reacción y tiempo de movimiento.

Se puede observar que la mayoría de los autores expresan lo mismo en cuanto al tiempo de reacción. Suárez (2010) nos incita a medir en los entrenamientos de nuestros pupilos el tiempo ejecución y movimiento para poder establecer mejoras en un futuro. Para él, el entrenamiento del tiempo de reacción es necesario mezclado con los gestos específicos de cada deporte. Su práctica hará que en el momento de la verdad los deportistas sepan elegir correctamente los estímulos a los cuales reaccionar.

### **Procesos sensorio perceptivos**

En el taekwondo la percepción de lo que va a suceder en cada instante toma importancia, ya que cualquier acción puede decidir el combate. A través de la percepción visual y en su menor medida la auditiva, se extrae la máxima información de todo lo que rodea a los taekwondistas en un combate.

La percepción visual es como un análisis de la situación y el desencadenante para que a posteriori se produzcan las reacciones a cualquier tipo de movimiento del rival tanto ofensivo como defensivo. Se podría decir que para que se den los conceptos de tiempo de



## *ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA*

reacción o velocidad de reacción, es necesario que se haya dado una percepción del espacio.

Según Lázaro (2013) la percepción visual especializada ha permitido que los taekwondistas elijan el momento perfecto para realizar las técnicas con mayor precisión, rapidez o fuerza, de tal modo que este momento les permita salir victoriosos de cada situación. Gracias a la percepción visual especializada sobre lo que está ocurriendo en el espacio, podemos fragmentar la táctica de nuestro rival en partes y de forma casi automática elaborar una respuesta precisa y acertada a este movimiento.

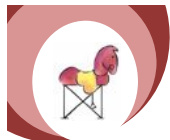
Dentro de la percepción visual se puede destacar el concepto de atención visual selectiva. Para Ruíz (1994), la atención visual selectiva es la que dirige la búsqueda en el medio, seleccionando las señales según tengamos pensado actuar. Las señales son escogidas una vez diferenciadas. La atención visual según donde mire el deportista se puede clasificar en visión central y en visión periférica.

La visión central y la visión periférica siempre dependerán del foco de atención, que es el punto donde se mantiene fija la mirada. En deportes de combate el foco de atención debe ser siempre nuestro oponente. Una vez que tenemos fijo nuestro foco de atención podemos hablar de la visión central como de aquello de lo que estamos más pendientes, intentando no obviar ningún estímulo que se dé. Se podría decir que cuando centramos nuestra atención en el rival y ponemos en marcha la visión central vamos a estar siempre esperando una señal de nuestro oponente, mientras que con la visión periférica tenemos un concepto menos concreto pero más abierto de lo que está sucediendo en el espacio.

Yantis y Jonides (1990) indican que la aparición de estímulos periféricos son reconocidos de distinta manera que los estímulos centrales. Los estímulos periféricos llaman la atención del sujeto aunque éste no los espere. De otro modo la aparición de estímulos centrales está relacionado con la efectividad que tiene sobre su presencia. La orientación de la atención puede ser voluntaria ante estímulos centrales y automática ante objetos en los que se muestra la periferia del campo de visión en ese objeto. El foco de atención cambia en más ocasiones cuando se dan señales centrales que en señales periféricas (Müller y Rabbit, 1989).

Para Williams, Davids y Williams (1999) es fundamental el estudio de la mirada en deportistas de alto rendimiento para saber de qué forma utilizan la información que perciben para tomar futuras decisiones y establecer cuál es su comportamiento visual respecto a deportistas de más bajo nivel, viendo si existe algún tipo de peculiaridad significativa en comparación con los novatos.

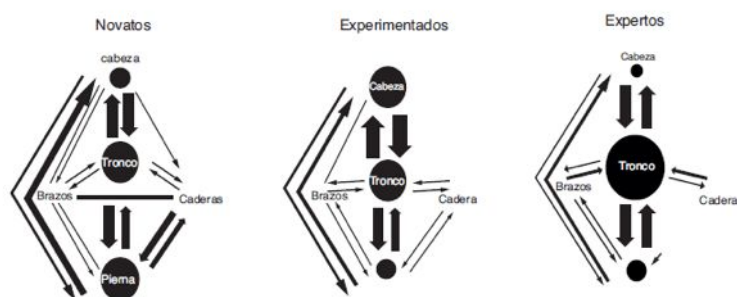
Con el objetivo de comparar el comportamiento visual de taekwondistas de distinto nivel en una situación de combate



## ***ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA***

simulada, Ruiz, Peñalosa, Navia y Rioja (2013) demostraron que existen grandes diferencias en el tipo de visión empleado en deportes de contacto, en este caso en taekwondo. Dividiendo la muestra en novatos, experimentados y expertos, estos autores explican como los taekwondistas novatos usan más puntos de referencia visual y de menos duración que los experimentados y expertos, centrándose en puntos como la cabeza y las piernas. Este hecho es muestra de la incertidumbre ocasionada por la falta de experiencia. De otra forma los sujetos experimentados y expertos mantienen más la visión en menos puntos fijos, centrándose casi exclusivamente en la zona del tronco del cuerpo y en su menor medida en la cabeza. Es decir, los taekwondistas expertos establecen un punto fijo de visión en el cuerpo del rival, que los investigadores denominan como pivote visual (Williams, Davids y Williams, 1999). Este pivote da paso a una visión periférica que permite al taekwondista ver todo lo que acontece alrededor del pivote, consiguiendo un control óptimo del rival.

Ante esto, lo idóneo para Ruiz et al. (2013) es utilizar información global y no local para realizar las anticipaciones a las técnicas del rival. Esto se consigue gracias al pivote visual fijo en el tronco del rival, obteniendo una visión periférica, no teniendo que mirar a otras partes del cuerpo para obtener información, ya que si se utiliza la visión central se perderá el contacto de algunos de los posibles movimientos que pueda realizar el oponente (Figura 1).



**Figura 1. Dirección de la visión en taekwondo según niveles (Ruiz et al. 2013)**

### **Coordinación óculo-manual**

Otro de los factores claves que influyen en este estudio, es la coordinación óculo-manual. Grosser, Hermann, Tusker, y Zintl (1991), definen la coordinación motriz como "la organización de todos los procesos parciales de un acto motor en función de un objetivo motor preestablecido. Dicha organización se ha de enfocar como un ajuste entre todas las fuerzas producidas, tanto internas como externas, considerando todos los grados del aparato motor y los cambios existentes de la situación" (p. 192).

Para conseguir este resultado es necesario que esta coordinación esté organizada gracias a las estructuras de coordinación que se definen como soluciones que nos propone el



sistema nervioso para que los grupos musculares y articulaciones funcionen conjuntamente (Ruiz, 1994).

Por su parte, Montoya (2005) define la coordinación óculo-manual como movimientos de exploración del ojo y la mano, donde el ojo anticipará el movimiento de la mano uniéndolo de forma automática al gesto.

Ruiz, Mata y Jiménez (2005) relacionan el término de coordinación óculo manual con las tareas de movimiento dirigidas hacia un blanco, que implican el movimiento del tren superior hacia un punto específico de forma precisa.

Rioja (2005) en su estudio de práctica e información visual con el efecto de diferentes programas de práctica, demostró que los sujetos que realizan un entrenamiento de un programa perceptivo visual con visión intermitente, consiguen una mejora en su coordinación óculo manual, concretamente mejorando el rendimiento de atrape.

### **Antecedentes del tiempo de reacción en taekwondo**

Esta investigación se centrará en la medición del tiempo de reacción, aspecto importante en el taekwondo. Es sabido que según el deporte que se quiera analizar, pueden darse distintas condiciones, pruebas o test para la medición de dicha manifestación. Un ejemplo de medición del tiempo de reacción es a través del test del bastón (Martínez, 2001) o usando plataformas de fuerza o contactos (Estevan, Molina, Falco y Álvarez, 2010). Para la velocidad y el tiempo de reacción pueden utilizarse células fotoeléctricas (García-Fojeda, Biosca, Valios, 1997) o los transductores de contacto en la salida en deportes como la natación y el atletismo (Llana, 2013). Por otro lado, se utilizan los reacciómetros que funcionan emitiendo una señal, auditiva o visual, a la que el sujeto debe responder de forma rápida. Existen distintos tipos de reacciómetros tanto de reacción simple, como de reacción compleja que se han utilizado para la evaluación del tiempo de reacción específico en distintas disciplinas deportivas para medir la capacidad funcional de los deportistas como hizo Wilkerson en 2012 en fútbol americano. En esta investigación se utilizó el Dynavisión D2 para la evaluación del tiempo de reacción. El Dynavisión D2 es un reacciómetro visual en el que se trabaja la percepción y la coordinación óculo-manual, entre otros.

Son varios los artículos en los que se usan diferentes métodos para medir la velocidad de reacción y el tiempo de reacción en taekwondo (Choi 1977 y Falco 2009). Los trabajos de Falco (2009) y Estevan, Molina, Falco y Álvarez (2010) realizados en la Universidad Politécnica de Valencia, han mostrado datos verdaderamente relevantes en relación con este estudio.



## *ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA*

En el primer estudio se analizan los parámetros biomecánicos, la distancia de golpeo y el tiempo de reacción en el bandal chagui (patada al costado). Los resultados varían según la distancia de golpeo, estando la media de tiempo de reacción de la misma entre 0,45 y 0,60 segundos. Según estos autores, otro aspecto a tener en cuenta es el tiempo de movimiento ya que la defensa depende del tiempo de ejecución de la técnica empleada. El tiempo de ejecución en deportistas medallistas según la distancia está entre 0,21 y 0,40 segundos.

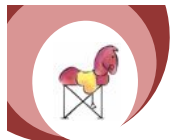
Estevan, Molina, Falco y Álvarez (2010) mejoraron el estudio anterior, ampliando la medición a la zona alta del cuerpo, con la patada circular a la cara y midiendo su eficiencia según su ejecución. Dicho estudio se encarga de medir el tiempo de ejecución, el tiempo de impacto, la fuerza máxima de golpeo y la fuerza relativa de golpeo según la distancia, empleando dos técnicas distintas. Para estas mediciones se usó la misma metodología que en el estudio anterior. Los resultados destacados son los del tiempo de ejecución. Comparando estos datos con los del estudio anterior se ve que el tiempo de ejecución o movimiento son muy similares en ambos trabajos, siendo más lento el tiempo de ejecución de las acciones de dolio chagui (patada circular a la cara). Ambas acciones tardan entre 0,20 y 0,40 segundos en ser realizadas.

Aunque Iranyi (1973) no mide el tiempo de reacción y duración de las técnicas, plantea que para ejecutar un ataque se requiere mucho menos tiempo que para defenderlo. Para él, el tiempo se compone de tiempo de reacción y tiempo de movimiento de la parada. Iranyi dicta que no es conveniente asociar dos respuestas diferentes al mismo estímulo, puesto que la respuesta que se escoja aumentará el tiempo de reacción.

Choi (1977) sin embargo midió el tiempo de duración de las técnicas de taekwondo mediante la grabación de las mismas. Pudo comprobar que el tiempo de ejecución es menor que el tiempo necesario para defender una acción o esquivarla. Este autor divide el tiempo de duración, en tiempo de reacción al estímulo y tiempo de movimiento de la esquivada.

De tal modo que los dos autores citados anteriormente están de acuerdo en que el tiempo de ejecución de una patada es más rápido que el tiempo que tarda en defenderla. Es por ello que toma importancia este estudio que tratará de ver las principales diferencias en el tiempo de reacción ante diferentes estímulos que tienen taekwondistas de diferente nivel de pericia y que nos permitirá observar el comportamiento visual que desarrollan durante las pruebas para después extrapolarlo al combate de taekwondo y poder aplicarlo al entrenamiento para aumentar el rendimiento. Además, como objetivo complementario, se analizarán las diferencias existentes entre hombres y mujeres dentro del grupo novato.





## **MÉTODO**

### **Muestra**

En este estudio participaron voluntariamente 33 taekwondistas de ambos sexos, (23 hombres y 10 mujeres) con una media de edad de 20,88 años (DT= 5,05). Tomando como criterio la experiencia competitiva y cualitativa de los sujetos en taekwondo, se dividieron en dos grupos de diferente nivel de pericia: expertos (10 sujetos, todos varones) y novatos (23 sujetos, 13 varones y 10 mujeres).

Todos aquellos que formaron parte del grupo experto eran integrantes de la selección madrileña de taekwondo, con más de 6 años de experiencia competitiva. La mayoría de ellos poseen medallas nacionales e internacionales, están activos en competición y entrenan al menos 3 días por semana. El grupo está formado por individuos de todos los pesos de competición oficiales, desde minimosca a pesado, teniendo una media de peso de 62,93 Kg (DT= 12,57) y una altura de 177 cm (DT= 6,33)

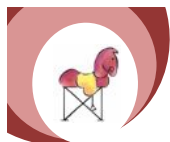
Los componentes del grupo de novatos asistieron a las clases de taekwondo que oferta el servicio de deportes de la Universidad de Castilla la Mancha, 2 días a la semana durante un curso académico entero, siendo por lo tanto la práctica de taekwondo de estos sujetos menor a un año. La media de peso de los varones es de 75,30 Kg (DT= 7,17) y de altura 181 cm (DT=4,03), mientras que los sujetos femeninos tienen de media 58,93 Kg (DT= 7,44) y 161 cm de altura (DT=4,34). Todos ellos firmaron una hoja de consentimiento en la que aceptaban participar voluntariamente en el estudio.

### **Instrumento**

En esta investigación se emplea el Dynavision D2, un reacciómetro visual, que funciona con electricidad. Tiene una forma cuadrada que se mantiene sobre una base y está instalado pegado a una pared sin objetos cercanos a ella. La plataforma tiene unas dimensiones de 70,5 cm x 53 cm x 17,25 cm. La altura de la plataforma es regulable hacia arriba y hacia abajo para que se ajuste a la altura de los sujetos.

La plataforma tiene 80 interruptores cuadrados de 2cm x 2cm, distribuidos de forma circular de dentro a fuera por toda el área de la plataforma formando un total de 8 anillos. En el centro de la plataforma se encuentra una pequeña pantalla rectangular de 5cm x 3 cm, que indica cuando comienza la prueba y sirve como referencia para distinguir el centro entre todos los interruptores (Figura 2).

La unidad de medida que emplea el Dynavision D2 es el segundo y la forma de medir el tiempo de reacción está controlada



## ***ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA***

por el número de hits (golpeos) y el tiempo (segundos) que tarda en realizarse cada uno de ellos desde que aparece el estímulo, ya sea a través de una luz roja o verde, hasta que se golpea.



**Figura 2. Dynavision D2 emplazado en el laboratorio de Competencia motriz y Excelencia en el Deporte de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo.**

### **Procedimiento**

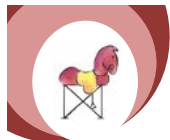
En primer lugar se contactó directamente con los deportistas a los que se les quería realizar la prueba. Se les explicó el proyecto de investigación y se solicitó su consentimiento para poder realizar el estudio. Todos accedieron a participar en el mismo.

La toma de datos se realizó de forma individual en el laboratorio de Competencia Motriz y Excelencia en el Deporte de la Facultad de Ciencias del Deporte de Toledo. A cada uno de los deportistas se les informó de que su participación era voluntaria.

La prueba se llevó a cabo en unas condiciones de poca luminosidad para una mejor captación de los estímulos visuales. El estudio estaba formado por un total de 3 pruebas que se describen a continuación:

#### ***Calentamiento***

- Proactivo 30 segundos:



## ***ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA***

Para la toma de contacto con el Dynavision D2 se planteó un ejercicio de una duración de 30 segundos, en el que aparecían luces rojas por toda el área de la plataforma de forma individual y continua. Las luces rojas no desaparecían del interruptor hasta que no eran golpeadas. Cuando una luz era golpeada automáticamente aparecía otra luz roja. Esta prueba se realizó una sola vez y no se tomaron los resultados ya que su función fue la de calentamiento.

### *Prueba de adaptación*

- Reactivo 30 segundos:

La segunda prueba se realizó 2 veces, con un tiempo de 60 segundos de descanso entre cada una. Se anuló el anillo externo de interruptores para focalizar la atención en el área central de la plataforma.

En esta ocasión, durante los 30 segundos de duración, aparecían luces rojas y un 30% de luces verdes cada 0,75 segundos. Los taekwondistas debían golpear con precisión el interruptor de las luces rojas antes de que la luz desapareciese y discriminar cuando aparecieran las luces de color verde, no golpeando el interruptor. Al final, se cogió el mejor de los dos resultados.

### *Prueba final*

- Reactivo 60 segundos:

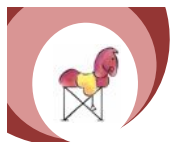
El tercer test, al igual que el segundo se realizó 2 veces, con un descanso de 60 segundos entre series, escogiendo el mejor de los resultados. El tiempo de esta prueba fue de 60 segundos. El aumento de la duración del test requirió una mayor concentración que en las pruebas realizadas previamente. También se modificó el área de golpeo, abarcando toda la plataforma incluida el anillo de luces exteriores. El número de luces verdes se mantuvo al 30%, pero sin duda alguna el cambio más trascendental de la prueba fue la velocidad de aparición de los estímulos a 0,50 segundos.

## **Diseño**

El diseño aplicado es comparativo y diferencial, puesto que persigue analizar las diferencias entre los distintos grupos seleccionados en la muestra (que asumen el papel de niveles de variable independiente) en cada una de las variables dependientes.

VARIABLES dependientes: Las variables dependientes de esta investigación son el número de golpes (G), la media del tiempo de reacción (M) y el golpeo más rápido (GR) y las variables

VARIABLES independientes: La variable independiente es el nivel de pericia en taekwondo (experto y novato). Además, dentro del grupo novato se tomará como variable independiente el sexo.

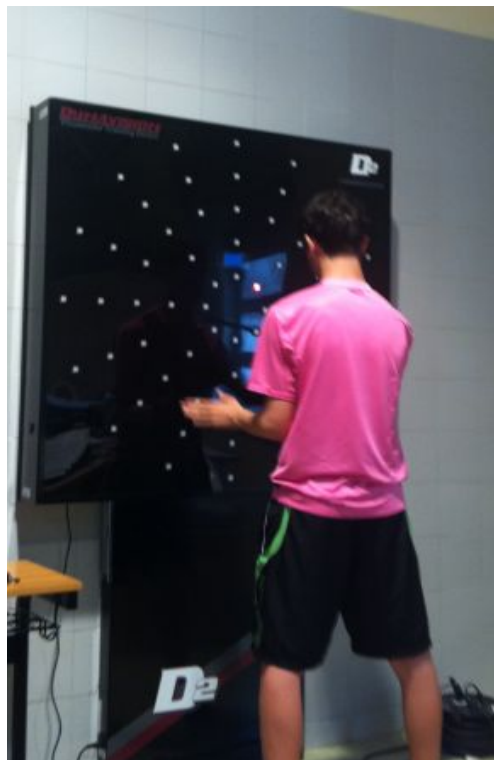


## **RESULTADOS**

### **Análisis de la ejecución técnica de la prueba**

Al tratarse de un aparato novedoso, en primer lugar se llevó a cabo una observación sobre la correcta ejecución técnica de la prueba. La forma más común para realizar las pruebas del Dynavision D2 es colocarse en una postura cómoda, con todo el cuerpo relajado y a una distancia de entre unos 40 y 50 cm de la máquina. Para golpear los interruptores se debe ser lo más preciso posible, intentando golpear con la punta de los dedos los botones en los que salgan los estímulos luminosos y volviendo después a la posición inicial. Sin embargo, no todos los sujetos novatos siguieron estas pautas, muchos de ellos utilizaron distintas técnicas para el golpeo de los interruptores. Algunos golpearon con la palma de la mano, otros lo hacían con el revés de la mano e incluso algún sujeto pegó algún puñetazo a la máquina. La mala posición de espera de los novatos hizo que puntuaran más bajo que los expertos. También hay que destacar que no todos los sujetos utilizaban ambas manos para golpear los interruptores. Muchos individuos, casi todos novatos, se servían de su mano dominante para intentar llegar a los estímulos que les presentaba este aparato. Esta técnica no fue eficaz para conseguir llegar a todos los objetivos, ya que no les daba tiempo regresar a la posición inicial. Lo correcto sería utilizar ambas manos, simulando la situación real de combate.

En lo referente a la mirada, se sabe de la limitación de no utilizar aparatos específicos de seguimiento de la mirada, pero gracias a la observación directa se pudo ver hacia donde la dirigían en todo momento, existiendo grandes diferencias entre unos sujetos y otros. La mirada de los novatos no era fija realizando movimientos con la cabeza para poder ver los diferentes puntos de la plataforma y utilizando una visión central en todo momento. Esto propició que cuando llegaban a tiempo a una luz roja, les era más difícil acertar en la siguiente porque su recorrido era más grande de lo normal. Por su parte los expertos emplearon una visión periférica, ya que el movimiento de la cabeza para seguir los estímulos era casi nulo y se centraba en la pantalla central. Esta fue una de las claves para obtener mejores resultados, ya que denotaban un mayor control de lo que estaba pasando.



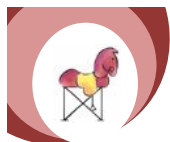
**Figura 3. Novato realizando la prueba final.**



**Figura 4. Experto realizando la prueba final.**

### **Análisis general de la muestra**

En primer lugar se presentan los estadísticos descriptivos básicos correspondientes a la muestra de expertos y novatos, así como las diferencias entre estos grupos. Es preciso aclarar que el análisis descriptivo muestra como la media del número de golpes (G) y la media de tiempo de reacción (M) son mayores en la prueba de adaptación que en la final (Tabla 1). Esto es debido a que a pesar de tener una duración más corta, el tiempo de aparición de los estímulos fue mayor ( $G_{30}-M_{30}= 0,75$  segundos; y  $G_{60}-M_{60}= 0,50$  segundos). Los sujetos puntuaron con mayor facilidad en la prueba de adaptación, ya que tuvieron mayor margen de reacción, por lo que será más conveniente centrarse en el análisis de la prueba de 60 segundos que es la que ofrecerá los datos más relevantes.

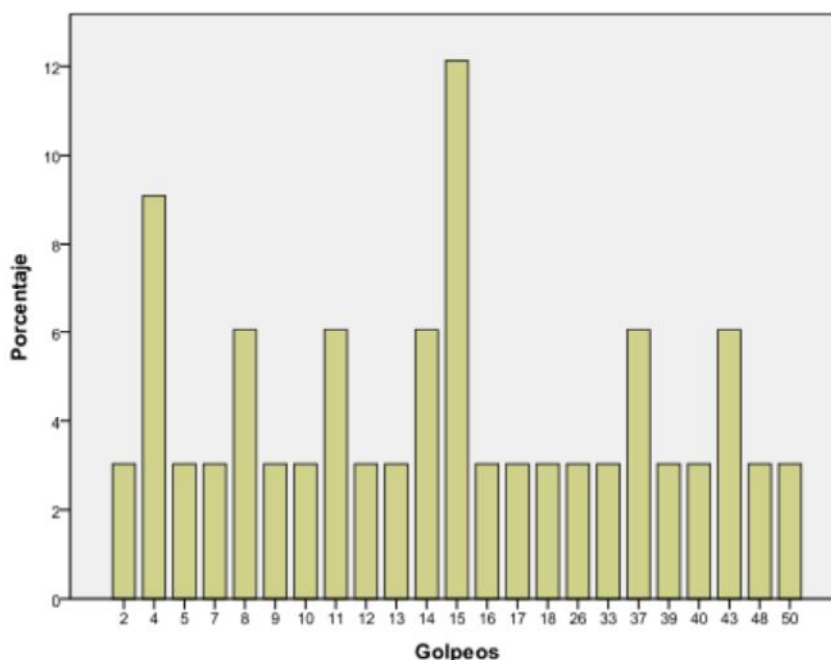
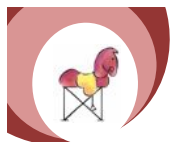


**Tabla 1. Estadísticos descriptivos de todas las prueba.**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ
G30	33	12,00	34,00	21,21	6,21
M30	33	,46	,62	,55	,04
G60	33	2,00	50,00	19,48	14,52
M60	33	,39	,47	,42	,01
GR	33	,28	,44	,36	,04

El dato relevante que marca la diferencia entre expertos y novatos en este estudio, es el número de golpes obtenidos en la prueba final de 60 segundos. En la figura 5 se reflejan los golpes de toda la muestra y el porcentaje de sujetos que han conseguido dichos aciertos.

La gráfica indica que se dieron puntuaciones dispares desde 2 aciertos como mínimo a 50 como máximo. La diferenciación que se estableció para distinguir a novatos y expertos fue que los expertos debían conseguir al menos más de 25 aciertos en la prueba final y tener más de 6 años de experiencia competitiva. Como vemos en la gráfica hay al menos 8 sujetos que superan los 25 golpes y todos ellos fueron expertos.



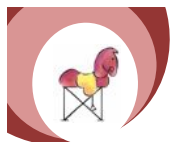
**Figura 5. Número de golpes en la prueba final de 60 segundos.**

### **Análisis de las diferencias según el nivel de pericia**

Tras el análisis descriptivo, se aplica un MANOVA que incluye la media de los golpes, la media del tiempo de reacción y el golpeo más rápido como variables dependientes y el nivel de pericia como variable independiente (Tabla 2).

Destacar la variable G30 y G60 en la que se encontraron diferencias significativas en ambas pruebas ( $p < 0,05$ ). Estos resultados de la diferencia de golpes entre sujetos es la forma con la que se demuestra que hay mucha diferencia respecto a la capacidad de reacción entre taekwondistas expertos y novatos. También encontraremos diferencias significativas en la media de reacción de las dos pruebas ( $p < 0,05$ ), no siendo tanta la diferencia como en los golpes, ya que como hemos citado antes el tiempo de reacción para la puntuación en las pruebas está establecido de por sí. No obstante en la prueba de 30 segundos (M30) se dio una diferencia de 0,07 segundos y en la prueba de 60 segundos (M60) de unos 0,02 segundos (Tablas 2 y 3).

**Tabla 2. Análisis descriptivo en función del nivel de pericia.**



**ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA**

	NIVEL	N	Media	Desv. típ	Error típico
G30	Experto	10	26,90	6,70	2,12
	Novato	23	18,73	4,08	,85
M30	Experto	10	,50	,04	,01
	Novato	23	,57	,02	,00
G60	Experto	10	39,60	7,02	2,22
	Novato	23	10,73	4,75	,99
M60	Experto	10	,40	,01	,00
	Novato	23	,43	,01	,00
GR	Experto	10	,32	,02	,01
	Novato	23	,37	,03	,01

**Tabla 3. Diferencias de medias según el nivel de pericia.**

Origen	Variable dependiente	Suma de		F	p
		cuadrados Tipo III	Media Cuadrática		
NIVEL	G30	464,180	464,180	18,655	,000
	M30	,035	,035	29,407	,000
	G60	5805,408	5805,408	190,879	,000
	M60	,003	,003	16,474	,000
	GR	,022	,022	23,160	,000

**Análisis de las diferencias en función del sexo**

Es importante destacar que únicamente aparecieron diferencias significativas en el número de golpes de la prueba final ( $p=.006$ ) (Tabla 5). Este dato nos demuestra que a pesar de esta diferencia, los novatos ya sean hombres o mujeres consiguen resultados muy similares y que la experiencia junto al entrenamiento, es uno de los factores que influyen en la mejora del tiempo de reacción.





**Tabla 4. Análisis descriptivo de los novatos en función del sexo.**

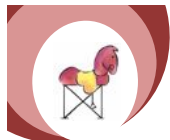
	SEXO	N	Media	Desv.tip	Error típico
G30	Hombre	13	20,15	4,22	1,17
	Mujer	10	16,90	3,21	1,01
M30	Hombre	13	,57	,02	,00
	Mujer	10	,58	,02	,00
G60	Hombre	13	13,00	4,02	1,11
	Mujer	10	7,80	4,10	1,29
M60	Hombre	13	,43	,016	,00
	Mujer	10	,43	,00	,00
GR	Hombre	13	,37	,04	,01
	Mujer	10	,38	,02	,00

**Tabla 5. Diferencias de medias en los novatos en función del sexo.**

Origen	Variable dependiente	Suma de cuadrados Tipo III	Media cuadrática	F	p
SEXO	G30	59,84	59,84	4,09	,056
	M30	,00	,00	,47	,498
	G60	152,83	152,83	9,28	<b>,006</b>
	M60	2,261E-5	2,261E-5	,12	,733
	GR	,00	,00	,12	,728

### Análisis por cuadrantes

Una vez analizados los resultados entre ambos grupos y en vista que el Dynavision D2 es una herramienta que permite separar los golpes por cuadrantes, se quiso observar el rendimiento obtenido en función de la mano dominante. Hay que destacar que de los 33 sujetos empleados para la muestra 28 eran diestros (84,85%) y solo



## ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA

había 5 zurdos (15,15 %). De forma general y como ya se ha mencionado anteriormente, los expertos consiguen mejores resultados. Además, se observó como los deportistas novatos consiguen un número mayor de aciertos en los cuadrantes de abajo mientras que los taekwondistas expertos consiguen un número similar de aciertos en ambas divisiones, puntuando algo más en los cuadrantes de arriba (Figuras 6 y 7).



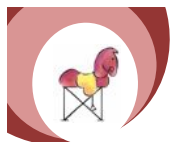
**Figura 6. Taekwondista novato Figura 7. Taekwondista experto**

Otros de los aspectos importantes que nos permite analizar este aparato gracias a su distribución por anillos, son los puntos exactos de golpeo por parte de los taekwondistas. Gracias a esos resultados se puede deducir hacia donde fijan la mirada estos deportistas.

Los taekwondistas novatos masculinos y femeninos usaron en su gran mayoría una visión central, consiguiendo la mayoría de sus aciertos en los anillos del centro (1 y 2), aún así dejaron pasar una alta cifra de estímulos en estos dos anillos, ya que cuando aparecía una luz más alejada iban a por ella perdiendo ese objetivo y el siguiente. En los anillos más exteriores consiguieron menos puntuación, ya que no reaccionaban a tiempo o llegaban tarde a puntear los estímulos visuales de esa zona.

Los taekwondistas expertos, aunque mantenían la mirada en la pantalla central, utilizaron una visión periférica que les permitió controlar mejor toda la plataforma y reaccionar de manera más rápida a los estímulos luminosos. De todas formas los expertos siguieron la estrategia de centrarse casi al 100% en los estímulos de los anillos centrales 1 y 2 no fallando casi en esta zona, alternando con acierto los golpes en el área de arriba de los anillos 3 y 4. La velocidad con la que ejecutaban los movimientos, su capacidad de volver a la posición inicial y coordinar varios movimientos seguidos fue lo que les permitió puntuar en los anillos exteriores. Para no desconcentrarse y evitar perder estímulos en el centro, la mayoría omitieron las luces que aparecían en el último anillo.

La zona en la que más puntuaron los taekwondistas expertos, guarda relación con los puntos donde se ejercen las defensas en taekwondo (tronco y cara). Este hecho es otro de los factores por el



**ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA**

que los taekwondistas expertos han conseguido más puntuación en esas zonas (Figura 8).

Area	Red				Green		
	Lights	Hits	Percent	Avg Reaction	Lights	Hits	Percent
Quad UL	32	18	56	0.41 sec	7	0	0
Quad UR	21	11	52	0.40 sec	10	0	0
Quad LL	21	7	33	0.40 sec	4	0	0
Quad LR	21	14	66	0.40 sec	8	1	12
Ring 1	21	19	90	0.39 sec	6	0	0
Ring 2	12	8	66	0.36 sec	2	0	0
Ring 3	21	16	76	0.42 sec	9	1	11
Ring 4	21	5	23	0.42 sec	5	0	0
Ring 5	20	2	10	0.42 sec	7	0	0

Red				Green			
Lights	Hits	Percent	Avg Reaction	Lights	Hits	Percent	Avg Reaction
0/2			X	0/1			
	0/1		X	1/2			
1/5			1/1		X		
X		2/3		1/2		0/3	
	4/5		1/2		3/3		
X	X	2/2		1/1		X	0/2
	X		6/6		X		
		2/2	1/1				
1/3	0/3	1/2	0/2	2/3		2/2	1/1
			2/2	2/2	1/1	2/2	0/1
			1/1	1/2			
	0/1		4/4		1/1	1/1	
0/1		1/2		1/1		1/1	0/1
	1/1		X		X		
	0/1		X		1/1		
	0/2		1/1				
		0/1		0/3		X	
			0/2				
		X		0/2			

{Quad UL} X {Quad UR}

Time/Score Breakdown

Red	Green	Red	Green

{Quad LL} X {Quad LR}



## **Figura 8. Gráfica de anillos de sujeto masculino experto.**

### **DISCUSIÓN**

El objetivo principal de este estudio ha sido calcular el tiempo de reacción óculo-manual en taekwondistas con distinto nivel de pericia. Los taekwondistas expertos que participaron en la prueba llevan practicando taekwondo de competición como mínimo seis años. En este tiempo el trabajo del tiempo de reacción en acciones específicas del combate ha sido una constante que ha ido mejorando hasta llegar a elevados niveles de reacción. De acuerdo con Suarez (2010), se puede afirmar que es fundamental trabajar y medir en los entrenamientos el tiempo de reacción y ejecución de forma específica para su mejora y transmisión a la competición. Por este motivo el resultado más evidente de este estudio fue la diferencia de golpes que se dio en la prueba final o de larga duración entre los taekwondistas expertos y novatos, debido a que los expertos llevan profundizando en estos matices durante años y los novatos nunca lo han entrenado de forma continua.

Otro de los motivos por el que los novatos han conseguido peores resultados ha sido por una peor percepción espacial visual durante la prueba. Los taekwondistas expertos durante un combate oficial de taekwondo deben ser capaces de extrapolar y dividir toda la información de lo que está ocurriendo en el combate rápidamente, para establecer una óptima respuesta de forma inmediata. Según Lázaro (2013) esto lo consiguen mediante la percepción visual especializada que según lo expuesto por Ruiz et al. (2013) y lo observado en el presente estudio, se traduce en que los novatos establecen su foco de atención con una visión central y los expertos utilizan la visión periférica. Los deportistas expertos centraron su visión en la pantalla central del Dynavision D2, punto situado aproximadamente a la altura de los ojos del sujeto. De otro modo, los novatos no establecían ningún punto fijo e iban buscando el estímulo por toda la plataforma, dándose la situación de que cuando acertaban, el siguiente estímulo lo perdían. Ruiz et al. (2013) también demuestran con el Visual Mobile Eye ASL que los taekwondistas novatos realizan más número de fijaciones que los expertos. Las zonas donde suelen producirse las fijaciones visuales de los novatos son en los brazos, piernas y cabeza de forma cambiante, sin embargo los deportistas de alto nivel establecieron menos fijaciones y en menos puntos, centrándose casi únicamente en el tronco del rival y en su menor medida en la cabeza.

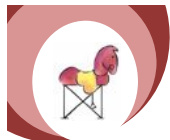


## *ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA*

La percepción visual espacial es fundamental en taekwondo para ver como se está desarrollando el combate y mostrar las respuestas adecuadas a los problemas que se plantean. Uno de esos problemas en un combate de taekwondo, es la reacción al ataque de un rival. El ataque del taekwondista rival viene en forma de patada al costado o a la cara del defensor, las acciones son muy rápidas y continuadas, por lo que el taekwondista debe mostrar una buena percepción para no encajar puntos (Ríos 2011). Otra opción que se plantea es la de bloquear estas técnicas tan rápidas con los brazos. Según los estudios de Falcó (2009) y Estevan, Molina, Falcó y Álvarez (2010), el tiempo de ejecución de las patadas al costado y a la cara en taekwondistas de alto nivel abarca desde 0,20 segundos hasta 0,40 segundos, dependiendo de la distancia de ejecución. Si ponemos sobre la mesa estos datos y los comparamos con la media de tiempo de reacción y la media del golpeo más rápido de nuestra muestra podremos ver que los expertos consiguen una media de tiempo de reacción de 0,40 segundos y 0,32 segundos en el golpeo más rápido. A su vez los novatos se van a 0,43 segundos de media de reacción y 0,37 segundos de media del golpeo más rápido. Con esta comparación podemos decir que los expertos pueden defenderse de muchas técnicas porque son al menos igual de rápidos que el rival, pero por norma general las acciones de pierna se ejecutan con mayor velocidad que las de brazos, por lo que es normal que muchas técnicas al peto o a la cara no consigan defenderse. Para Iranyi (1973) y Choi (1977) las técnicas de pierna en ataque también son más rápidas que el tiempo que podemos emplear para esquivarlas o defenderlas, por lo que nuestros datos muestran resultados realistas.

Los resultados ofrecidos por los cuadrantes y anillos del Dynavision D2 son idóneos para decir que los taekwondistas expertos tienen muy asimilados los puntos más importantes que tienen que defender en un combate. Estos lugares son el tronco y la cara. Es curioso porque la mayoría de golpes durante el experimento se consiguieron desde el pecho hacia arriba, especialmente a la altura de la cabeza. Esto demuestra que los taekwondistas de alto nivel hacen hincapié en evitar que les toquen el casco, ya que esto tiene consecuencias fatales en la disputa del combate.

Por último, un factor que también influyó en los resultados de esta investigación, fue el tiempo de duración de la prueba. Un combate de taekwondo según el reglamento de la WTF (2012), tiene una duración de 3 asaltos de 2 minutos de duración con 1 minuto de descanso entre asaltos. En este estudio se realizaron tanto pruebas de 30 segundos como de 1 minuto. En las pruebas de 30 segundos se consiguieron los resultados esperados por toda la muestra. El problema se dio cuando se aumentó el tiempo de la prueba a 1 minuto, dándose las diferencias significativas. El aumento de tiempo, condujo a una mayor falta de atención y desconcentración por parte de los novatos, mientras que los taekwondistas expertos se



## *ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA*

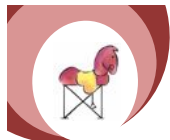
mantuvieron firmes, concentrados y constantes en la puntuación durante toda la realización de la prueba, ya que están acostumbrados a aguantar la presión durante 2 minutos por asalto, puesto que si pierden la atención un momento pueden jugarse el combate.

### **CONCLUSIONES**

Gracias a lo expuesto anteriormente, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

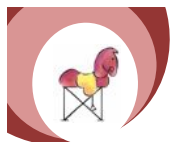
1. El nivel de pericia en taekwondo es decisivo a la hora de reaccionar ante estímulos visuales de manera acertada en una prueba o competición.
2. El foco de atención visual es determinante para obtener una buena reacción ante los distintos estímulos. Existen grandes diferencias entre el comportamiento visual de expertos y novatos.
3. Los taekwondistas expertos son mucho más rápidos y precisos ante estímulos visuales que los taekwondistas novatos.
4. Por norma general se suele tardar más tiempo en defender una acción que en ejecutarla, por lo que es necesario entrenar el tiempo de reacción en defensa.
5. Los practicantes de taekwondo de competición tienen totalmente mecanizada la zona de defensa tronco-cabeza, aunque los novatos no establecen una zona específica en la acción defensiva.
6. El tiempo de duración de la prueba afecta negativamente a la atención y concentración en sujetos novatos, no siendo así en los expertos.
7. El Dynavision D2 es un buen instrumento para medir y entrenar el tiempo de reacción en taekwondo, pudiéndose adaptar a cualquier otro deporte.

En suma, el presente trabajo es una nueva aportación al paradigma experto-novato que deja una línea de investigación importante abierta. Sería interesante realizar el mismo estudio con una muestra mucho más amplia y añadiendo sujetos expertos femeninos para poder hacer las mismas comparaciones que en el grupo novato para ver si aparecen resultados similares. Asimismo, se podría aplicar a sujetos practicantes de otras artes marciales o deportes, ya que el Dynavision D2 es un aparato novedoso y muy poco utilizado en el mundo de la investigación en Ciencias del Deporte.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Choi, H.H. (1977). Geschwindigkeit und Reflex. En: *Taekwondo. Dreieich bei Frankfurt: Budo-Verlag Sport-Rhode*, 27-29.
- Estevan, I., Molina, J., Falco, C. y Álvarez, O. (2010). Comparación de la eficiencia de la patada circular al pecho y a la cara en taekwondo según la distancia de ejecución. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 21, (4), 269-279.
- Falcó, M. (2009). *Estudio sobre parámetros mecánicos y distancia de golpeo de bandal chagui de taekwondo*. Tesis doctoral inédita. Universitat de València Servei de Publicacions 200.
- García-Fojeda, A., Biosca, F. y Valios, J. (1997). La biomecánica: Una herramienta para la evaluación de la técnica deportiva. *Rev. Apunts: Educación Física y Deportes*, 15-20.
- Grosser, M., Hermann, H., Tusker, F. y Zintl (1991). *El movimiento deportivo*. Barcelona: Editorial Martínez Roca, 192.
- Iranyi, P. (1973). *Probleme der Automatisierung beim Fechttraining* (Problemas de automatización en el entrenamiento de esgrima). *Leistungssport* 3(2), 114-118 (Traducción en: *Novedades en Esgrima I*. Madrid: Instituto Nacional de Educación Física y Deportes; 1974: 1933-1941).
- Lázaro, A. (2013). *Las percepciones especializadas dentro del taekwondo olímpico*. Lecturas: Sobre taekwondo. [www.sobretaekwondo.com](http://www.sobretaekwondo.com) (Consultado el 24 de mayo de 2013: <http://www.sobretaekwondo.com/preparacion-psicologica/274-las-percepciones-especializadas-dentro-del-taekwondo-olimpico>).
- Llana, S. (2013). *El análisis biomecánico de la natación*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de Valencia.
- Martínez, E.J. (2001) *Pruebas de aptitud física*. Barcelona: Paidotribo.
- Moening (2011). The Evolution of Kicking Techniques in Taekwondo. *Journal of Asian Martial Arts*, 20, 1, 117-140.
- Montoya, J. (2013). *Análisis de la condición física, en dos grupos de personas entre los 60 a 69 años, uno que hace actividad física aeróbica sistemática y otro que no lo hace, en el área urbana del Municipio de Popayán, Cauca*. Lecturas: [www.efdeportes.com](http://www.efdeportes.com) (Consultado el 29 de junio de 2013: <http://www.efdeportes.com/efd91/condic.htm>).
- Müller, H.J., y Rabbit, P.M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 315-330.



## **ANÁLISIS DEL TIEMPO DE REACCIÓN EN TAEKWONDISTAS DE DISTINTO NIVEL DE PERICIA**

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

Rioja, N. (2005). *Condiciones de práctica e información visual. El efecto de diferentes programas de práctica*. Tesis Doctoral inédita, Universidad de Castilla - La Mancha.

Ríos, A. (2011). *Los cambios dentro del taekwondo moderno*. Lecturas: [www.mastaekwondo.com](http://www.mastaekwondo.com) (Consultado el 23 de marzo del 2013: <http://mastaekwondo.com/2010/11/11/los-cambios-dentro-del-taekwondo-moderno/>).

Roca i Balasch, J. (1983). *Tiempo de reacción y deporte*. Barcelona: Catalunya. Generalitat. Departament de la Presidencia. Institut Nacional d'Educació Física.

Ruiz, L. M., Mata, E. y Jiménez, F. (2005). Percepción visual y problemas evolutivos de coordinación motriz en la edad escolar. *Revisión, Archivos de medicina del deporte*. Volumen XXII Número 107, Págs. 213-224. Facultad de Ciencias del Deporte Universidad de Castilla La Mancha

Ruiz, L. M. (1994). *Deporte y Aprendizaje*. Procesos de adquisición y desarrollo de habilidades. Madrid: Visor.

Ruiz, Peñaloza, Navia y Rioja (2013). Análisis del comportamiento visual de taekwondistas de diferente nivel de pericia. *Revista Mexicana de Psicología*, volumen 30, Número 1, 32-40.

Suarez, E. (2010). *Consideraciones acerca del desarrollo de la velocidad en taekwondo*. Lecturas: [www.sobretaekwondo.com](http://www.sobretaekwondo.com) (Consultado el 2 de abril de 2013): <http://sobretaekwondo.com/preparacion-fisica/211-consideraciones-acerca-del-desarrollo-de-la-velocidad-en-el-taekwondo>.

Wilkerson, G. (2012). Neurocognitive Reaction Time Predicts Lower Extremity Sprains and Strains". *International journal of athletic therapy & training*. 17 (6), 4-9.

Williams, A.M., Davids, K. & Williams, J. G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. London and New York: Spon Press.

World Taekwondo Federation Competition Rules & Interpretation. (2012). The World taekwondo federation. (Consultado el 3 de mayo del 2013: [http://www.wtf.org/wtf\\_eng/site/rules/competition.html](http://www.wtf.org/wtf_eng/site/rules/competition.html)).

Yantis, S., y Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(1), 121-134.