

Rendimiento en el Deporte

Valoración de la Fuerza Explosiva en Deportistas de Taekwondo: Una Revisión Sistemática

Values-Assement of Explosive Strength in Taekwondo Athletes: A Systematic Review

Cardozo, Luis Alberto.¹, Moreno-Jiménez, Javier.²

¹Grupo de Investigación en Entrenamiento Deportivo y Ejercicio Físico (GIEDEF), Programa de Entrenamiento Deportivo, Corporación Universitaria CENDA, Bogotá, D.C, Colombia

²Centro de Estudios del Deporte (CETHLON), Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte (UCCFD), Cuba

Dirección de contacto: lualca7911@gmail.com

Luis Alberto Cadorzo

Fecha de recepción: 27 de junio de 2017

Fecha de aceptación: 24 enero 01 de 2018

RESUMEN

El taekwondo es un deporte de combate donde predomina la utilización de técnicas de carácter explosivo. El objetivo de esta revisión es conocer los valores de fuerza explosiva, así como los instrumentos utilizados para medir esta cualidad en deportistas de taekwondo WTF. Se emplearon las bases de datos PubMed, EBSCO, y la plataforma Web of Science para encontrar artículos científicos publicados hasta el 15 de diciembre de 2017 utilizando las siguientes palabras clave: "Taekwondo Evaluation; Muscle Strenght; Tests; Physiological Profile; Muscle Power". Se encontraron catorce (14) trabajos que cumplieron los criterios de elegibilidad. Se evidencian diferencias en los valores de fuerza explosiva entre los diferentes niveles de deportistas (nivel recreacional, nacional e internacional), siendo el grupo internacional el que presenta los niveles más altos de fuerza explosiva en miembros inferiores. Los tests e instrumentos de medición utilizados en los estudios fue variado, por lo que se sugiere la utilización de sistemas tecnológicos standard en la medición de esta cualidad física, para así aportar una mayor cantidad de datos útiles a los entrenadores. Finalmente, se resalta la importancia de valorar la fuerza explosiva en miembros inferiores para este deporte, dado que los resultados se pueden tomar como orientativos para el control de las cargas de entrenamiento aplicadas a los deportistas.

Palabras Clave: taekwondo, fuerza muscular, potencia, tests

ABSTRACT

Taekwondo is a combat sport where the use of explosive kind techniques predominates. The purpose of this review is to meet the different values of explosive force, as well as the tests and instruments used to determine those strengths-qualities in taekwondo athletes (WTF). The databases PubMed, EBSCO, and Web of Science platform, were used to find the different researches and papers published until December 15, 2017, using the following keywords: "Taekwondo Evaluation; Muscle Strength; Tests; Physiological Profile; Muscle Power". We found Fourteen (14) papers that met the established eligibility criteria. Also we found some differences in the values of explosive force between the different groups of athletes (recreational, national and international level); the last group have the highest levels of explosive force in average. Both, the tests and measurement instruments used in the studies were varied, but the use of technological systems in the measurement of this physical quality-strength is suggested, providing a greater amount of useful data to the coach. Finally, the importance of assessing the explosive strength of this sport is highlighted, giving values that can be taken as guidelines for a better control of the training loads, applied to athletes.

Keywords: taekwondo, muscle strength, power, tests

INTRODUCCIÓN

El taekwondo es un deporte de combate conformado por tres modalidades de competición: exhibición, pumse y combate. Se encuentra bajo la dirección de la Federación Mundial de Taekwondo (WTF) que llega a instancias olímpicas ingresando como deporte de exhibición en los Juegos Olímpicos de Seúl 1988 y Juegos Olímpicos de Barcelona 1992, convirtiéndose en un deporte olímpico oficial en los Juegos Olímpicos de Sydney 2000. Este deporte se caracteriza por ser un deporte donde predomina la utilización de diversas técnicas de combate como patadas altas y rápidas, puños, desplazamientos, bloqueos, entre muchos más, todos con un carácter explosivo (Bridge, Ferreira da Silva Santos, Chaabene, Pieter, & Franchini, 2014). Para ganar un combate el deportista debe obtener puntos a través de patadas (torso y cabeza) y puños (únicamente en el torso) con la fuerza suficiente para producir un desplazamiento del segmento corporal, o también puede ganar el combate por nocaut (World Taekwondo Federation, 2017a, 2017b). Desde esta perspectiva, investigadores han sugerido que uno de los objetivos más importantes en los programas de entrenamiento, debe centrarse en las acciones de ataque y contra-ataque con altos niveles de fuerza y velocidad, es decir, con "fuerza explosiva" (Tornello, Capranica, Chiodo, Minganti, & Tessitore, 2013). Por ello, es importante la comprensión del concepto de fuerza explosiva, su aplicación en la práctica deportiva, y su continuo crecimiento en las metodologías de entrenamiento para deportes de combate.

La fuerza explosiva puede definirse como la tasa de producción de fuerza en uno o varios movimientos. "Entendiéndose como la mejor relación entre la fuerza aplicada y el tiempo empleado para ello en la manifestación de la máxima fuerza contra cualquier resistencia" (González-Badillo & Gorostiaga-Ayestarán, 2002). Es decir, la capacidad de un deportista para aplicar fuerza de manera rápida o la aplicación de su fuerza máxima en el menor tiempo posible (Cappa, 2000; Cardozo, Vera-Rivera, Conde-Cabezas, & Yáñez, 2017). Desde esta comprensión teórica, investigadores han comparado diferentes metodologías y protocolos de entrenamiento empleados por entrenadores de taekwondo en los programas de acondicionamiento físico con respecto a este componente, donde predominan la asignación de cargas de peso ligeras pero ejecutadas a máxima velocidad, bien sea en ejercicios de aplicación (pliométricos), o en los gestos deportivos, principalmente en el tren inferior (Jakubiak & Saunders, 2008; Kim, Stebbins, Chai, & Song, 2011) ya que el taekwondo contemporáneo se ha venido transformando, y este motivo ha dado vital importancia a las patadas para conseguir victoria. Por ejemplo, en los Juegos Olímpicos de Sydney 2000 el 98% de las técnicas utilizadas para anotar puntos fueron patadas (Kazemi, Waalen, Morgan, & White, 2006). Del mismo modo, en los Juegos Olímpicos de Atenas 2004 y Beijing 2008, cerca del 100% de las técnicas utilizadas para anotar puntos fueron patadas tanto en acciones de ataque como en defensa (contra-ataques) (Kazemi, Casella, & Perri, 2009; Kazemi, Perri, & Soave, 2010) muy a pesar de que el reglamento de competencia permite la utilización de golpes con el puño para anotar puntos. Varias investigaciones han concluido que esta técnica resulta más difícil para su aplicación en competencia por el espacio tan reducido donde el deportista puede realizarlas.

Dicha evolución en el deporte ha encaminado a los entrenadores a buscar estrategias para desarrollar el máximo ratio de producción de la fuerza por unidad de tiempo o "Rate of force development" (RFD) en los deportistas (Izquierdo, 2008) por tanto, esta búsqueda redundó también en el uso de herramientas que permitan conocer el punto de partida de sus deportistas, la efectividad de las metodologías empleadas, y el progreso a través del tiempo principalmente en los miembros inferiores (MI). El entrenador debe conocer qué instrumentos de evaluación o test son no solo los más utilizados

para este propósito, sino también los más viables, y estar al tanto sobre los valores que arrojan, con la finalidad de establecer puntos de referencia en la preparación de sus deportistas tanto en los niveles recreacional (deportistas practicantes de un club a nivel local, no centrados a objetivos competitivos), nivel nacional (deportistas que representan su estado o departamento y compiten en eventos a nivel nacional) o de nivel internacional (deportistas que hacen parte de las selecciones nacionales y representan a su país en eventos internacionales como Copas del Mundo, Campeonatos Mundiales, Juegos Olímpicos, entre otros.).

Para el presente trabajo es importante centrarnos en la edad promedio para el análisis de la fuerza explosiva (Benito Díaz, 2012; González-Restrepo, 2012). Los participantes de América registraron una edad promedio de 23,7 años (hombres 24, 6 años y mujeres 22,6 años) y los participantes europeos 24,2 años (hombres 24, 6 años y mujeres 23,9 años) en las eliminatorias continentales de América y Europa para acceder a los Juegos Olímpicos de Londres 2012, observándose un incremento en la edad promedio en el grupo de deportistas que clasificaron a estos Juegos Olímpicos (hombres 24, 9 años y mujeres 25,1 años).

La presente revisión sistemática tiene por objetivo identificar las valoraciones o tests utilizados para evaluar la fuerza explosiva en MI, los instrumentos empleados y los registros encontrados para deportistas de taekwondo adultos (modalidad combate).

MATERIALES Y MÉTODO

Selección de los estudios

Con relación a la valoración de la fuerza explosiva, las investigaciones científicas se obtuvieron mediante una búsqueda exhaustiva de estudios publicados antes del 15 de diciembre de 2017. En la adquisición de la información fueron empleadas las bases de datos PubMed, EBSCO y Web of Science, utilizando los descriptores MeSH: Evaluation, muscle, tests, physiological, profile, power (evaluación, músculo, tests, fisiológico, perfil, potencia). Además, se emplearon términos de lenguaje libre utilizados en documentos científicos relacionados con el entrenamiento de la fuerza explosiva y el deporte en cuestión: taekwondo, strenght, explosive strength, muscular strenght (taekwondo, fuerza, fuerza explosiva, fuerza muscular).

Criterios de inclusión y exclusión

En una primera búsqueda doscientos cincuenta (250) artículos fueron encontrados. Se identificaron los títulos y resúmenes de los artículos seleccionados de los cuales fueron excluidos doscientos treinta y seis (236) por ser información duplicada, falta de claridad metodológica en el estudio y atendiendo a los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Publicaciones en revistas científicas e indexadas de lengua inglesa y español.
- Población de deportistas adultos (≥ 17 años).
- Estudios experimentales aleatorizados, no aleatorizados, estudios observacionales y estudios de cohorte.
- Se incluyen únicamente documentos realizados en sujetos aparentemente sanos y que no se encuentren en intervenciones de rehabilitación de lesiones músculo-tendinosas.
- La rigurosidad y calidad técnica de las investigaciones fue verificada a través de las directrices de la declaración CORSORT 2010 para estudios experimentales y la declaración STROBE 2007 para estudios observacionales, se descartaron aquellos que no cumplían en gran medida con las directrices (Schulz, Altman, & Moher, 2010; Von Elm et al., 2007) .

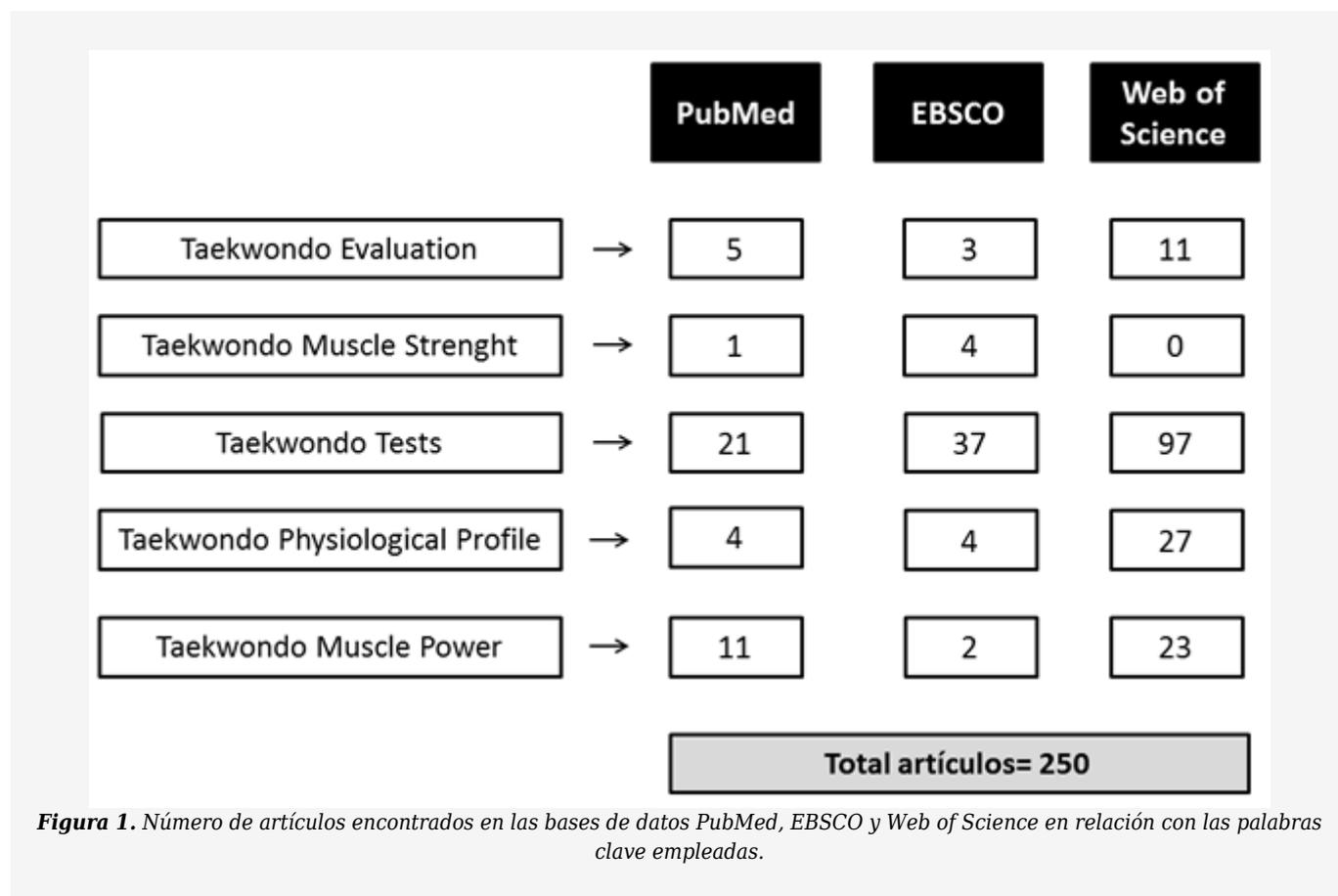
Análisis de la revisión de la literatura

Los documentos seleccionados fueron analizados a través de un protocolo de recolección de datos, para identificar sus características: 1) tipo de investigación, 2) población, 3) edad, 4) tests e instrumento, 5) valores de fuerza explosiva según el test utilizado, y 6) diferencia estadística (*Valor p*) en el caso de estudios experimentales o cuasi experimentales.

RESULTADOS

En la figura 1 se detallan el número de artículos encontrados con las palabras clave en cada una de las bases de datos (PubMed, EBSCO y Web of Science). De un total de doscientos cincuenta (250) artículos científicos encontrados, se

prosigue a revisar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, fueron seleccionados para la presente revisión catorce (14) artículos en texto completo, de los cuales seis (6) corresponden a estudios observacionales, dos (2) estudios observacionales retrospectivos y seis (6) estudios experimentales (Fig. 2).



Los artículos seleccionados se relacionaron con la variable de estudio (fuerza explosiva), donde se logró obtener información sobre los instrumentos para evaluar la fuerza explosiva en MI, así como los registros de los tests realizados. A continuación haremos un análisis en relación a los tópicos del objetivo planteado en la presente revisión.

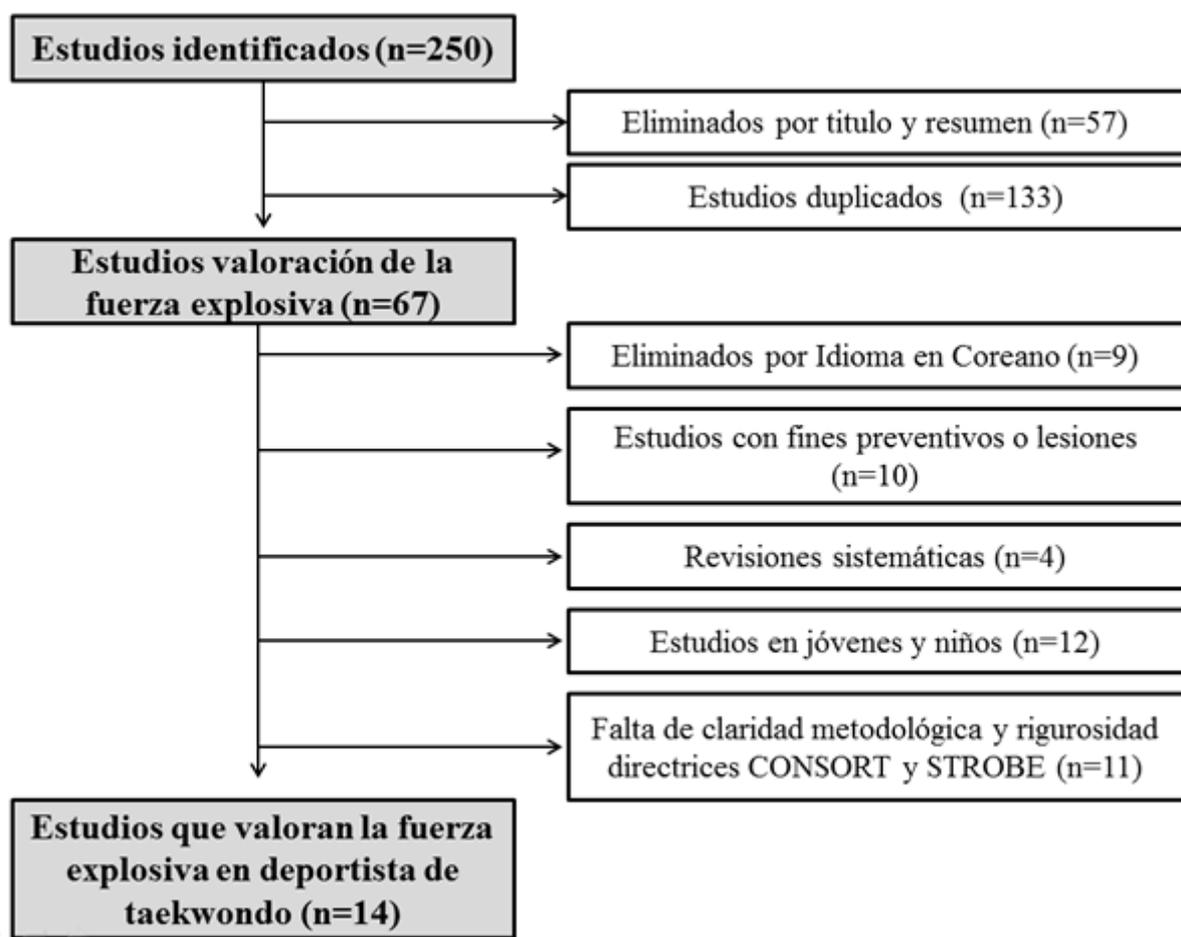
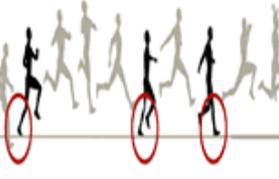


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios.

Pruebas de valoración de la fuerza explosiva en miembros inferiores (MI)

De los catorce (14) artículos seleccionados cinco (5) incluyeron el test de salto Squat Jump o salto sin contra-movimiento (SJ), ocho (8) incluyeron el test de salto Countermovement Jump o salto con contramovimiento (CMJ), dos (2) incluyen el test de salto Countermovement Jump with Arm Swing o salto con contramovimiento y balanceo de brazos, también conocido como test de Abalakov (CMJA), tres (3) artículos el test de salto Standing Long Jump o salto largo a pie junto con balanceo de brazos (LJ), tres (3) artículos utilizaron el test de salto Vertical Jump Test o test de saltar y alcanzar (VJ), y finalmente, uno (1) utilizó el test de 3 saltos o 3-Hop Jump Test (3HJ) (ver tabla 1.). El número de intentos para cada uno de los tests evaluados osciló entre 2 y 3 veces, tomándose el mejor registro para el análisis de los resultados.

Tabla 1. Imágenes tomadas de Globus Corporation, USA (2017) y Access Health, Australia (2017).

Test	Descripción	
Test de salto sin contra-movimiento o Squat Jump (SJ)	Consiste en la realización de un salto vertical máximo partiendo de la posición de flexión de piernas de 90°, sin ningún tipo de rebote o contramovimiento. Los miembros superiores tampoco intervienen en el salto puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización de salto. El sujeto en la fase de vuelo debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y pies en flexión plantar efectuando la caída en el mismo lugar de inicio, con los brazos fijados en la cadera.	
Test de salto con contramovimiento o Countermovement Jump (CMJ)	El sujeto parte de la posición de pie, con las manos sujetas a las caderas, donde permanecen desde la posición inicial hasta el final el salto. Se trata de realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, formando durante la bajada un ángulo de 90° con las rodillas, e inmediatamente realizar un salto vertical máximo.	
Test de salto con contramovimiento y balanceo de brazos o Countermovement Jump with Arm Swing; Abalakov (CMJA)	Se permite al sujeto el uso de los brazos de tal manera que toma impulso por medio de ellos. Además, con una de flexo-extensión de rodillas, las piernas deben llegar a un ángulo de 90° en la articulación de la rodilla, seguidamente se realiza la extensión y salto máximo. Pudiendo ayudarse de los brazos durante la realización del mismo.	
Test de salto largo a pies juntos con balanceo de brazos o Standing Long Jump (LJ)	El sujeto flexiona las piernas 90° e impulsa hacia adelante con un salto horizontal. También es aconsejable balancear los brazos hacia atrás para posteriormente realizar el movimiento hacia adelante.	
Test de saltar y alcanzar - Vertical Jump Test (VJ) Test de saltar y alcanzar modificado (VJm)	VJ consiste en ubicarse cerca de una pared o utilizando el equipo respectivo saltar hacia arriba buscando la mayor altura posible, utilizando tiza en los dedos de la mano cuando se realiza junto a la pared. VJm (Variante del test VJ): Este test mide la diferencia entre la altura del deportista con la mano estirada hacia arriba (pies en el suelo) y la altura que puede alcanzar con dicha mano tras saltar buscando la altura máxima posible.	
Test de 3 saltos horizontales o 3-hop jump test (3HJ)	Desde una posición vertical erguida con ambos pies sobre el suelo. Se inicia alternando los contactos del pie izquierdo al derecho y finalizando con los dos pies, los participantes deben realizar una secuencia de 3 saltos hacia adelante buscando la mayor distancia horizontal.	

De los catorce artículos seleccionados, cinco no utilizaron dispositivos electrónicos para medir. Dos son estudios experimentales que utilizaron el test de salto LJ en deportistas recreacionales Coreanos, utilizando el protocolo propuesto

en la batería Eurofit (Kim et al., 2011; Myong-Won, Hyun-Chul, Jong-Kook, & Hyun-Bae, 2015) y de los tres restantes, dos son investigaciones observacionales que utilizaron el test VJ, uno de ellos evaluó el perfil de esta cualidad en deportistas recreacionales, mientras la otra investigación comparó deportistas recreacionales novatos vs experimentados (Suzana & Pieter, 2009; Toskovic, Blessing, & Williford, 2004) . La última investigación comparo dos protocolos de entrenamiento de alta intensidad, uno continuo (HICR) y otro interválico (HIIT), para evaluar la fuerza explosiva de los deportistas utilizo el test VJm, versión modificada del test VJ (Monks, Seo, Kim, Jung, & Song, 2017).

Instrumentos de medición utilizados para valorar la fuerza explosiva en miembros inferiores (MI)

Dentro de los instrumentos de medición utilizados se encontraron tanto implementos manuales como dispositivos electrónicos y digitales (ver tabla 2). Uno de ellos utilizó el metro digital de salto Takei A5406 (Digital jump meter, Takei Scientific Instruments, Tokyo, Japan), su objeto de estudio era comprobar si la utilización del protector bucal que se utiliza en los combates reduce la fuerza explosiva en los test SJ y CMJ en deportistas Turcos de nivel nacional (Cetin, Keçeci, Erdoğan, & Baydar, 2009). Tres (3) estudios, dos (2) observacionales y otro experimental utilizaron el sistema de captación óptico Optojump (Optojump Microgate, Italy), el primero evaluó en deportistas italianos de nivel internacional el test CMJ antes de un combate y después del mismo, el segundo estudio examinó la antropometría y la aptitud neuromuscular de los deportistas y su variación por edad y sexo. El tercer estudio utilizó los test SJ y CMJ comparando deportistas que competían a nivel nacional y pertenecían a una selección estatal y aquellos que no pertenecían a ella (Casolino et al., 2012; Chiodo et al., 2011; Nikolaidis, Buško, Clemente, Tasiopoulos, & Knechtle, 2016) .

Dos estudios utilizaron la plataforma de fuerza portátil Kistler - Gymmy Jump (Switzerland), uno de ellos analizó la respuesta fisiológica a un programa de entrenamiento sistémico de 20 semanas, aplicando los tests SJ y CMJ (Yen, 2012), mientras el otro estudio examinó la validez, fiabilidad y sensibilidad de un nuevo protocolo de agilidad programada para deportistas élite (Chaabene et al., 2017).

El sistema de captación óptico GymAware (Kinetic Performance Technology, Australia) fue utilizado en un estudio observacional retrospectivo en deportistas olímpicos australianos evaluando el CMJ, 9 semanas antes y después de los Juegos Olímpicos de Beijing 2008 (Ball, Nolan, & Wheeler, 2011) . Otro instrumento de medición encontrado en la bibliografía es la plataforma de contacto con temporizador digital Ergo-Jump (Bosco System, Italy) donde los autores evaluaron la fuerza explosiva en SJ, CMJ y CMJA en deportistas Croatas de nivel internacional comparando aquellos que habían sido medallistas y aquellos que no fueron medallistas en eventos internacionales (Markovic, Misigoj-Durakovic, & Trni

nic, 2005). Y finalmente, encontramos la plataforma de contacto Axon Jump (Axon Bioingeniería Deportiva, Buenos Aires, Argentina) que fue utilizada para comparar los efectos de diversos periodos de descanso de tres tipos de entrenamiento a través del test CMJ (Da Silva Santos, Valenzuela, & Franchini, 2015).

Tabla 2. Instrumentos empleados para valorar la fuerza explosiva en MI en deportistas de Taekwondo

Instrumento	Características	
Dispositivo de salto vertical Vertec (Vertec Polymers, Houston, TX, USA).	Parece un asta de bandera con numerosas banderas horizontales en la parte superior del poste. Cada una de las banderas pequeñas tiene un grosor de ½" y su altura es ajustable según el nivel de habilidad del deportista.	
Metro digital de salto Takei 5406 (Takei Scientific Instruments, Tokyo, Japan)	Medidor digital que se adapta a través de una banda a la cintura del deportista y con un cable asegurado a una estera de goma que se ubica en el suelo. La altura de cada salto se muestra en una pantalla LCD. Medición exacta del salto utilizando un sistema de cinta métrica de retroceso.	
Sistema de captación óptico (Optojump Microgate, Italy)	Es un sistema de obtención óptica de datos, compuesto de una barra transmisora y una receptora. La barra de transmisión se comunica continuamente con la barra receptora. El sistema detecta cualquier interrupción en la comunicación entre las barras y calcula su duración, altura, etc.	
Plataforma de fuerza portátil Kistler (Gymmy Jump, Switzerland)	Los sensores piezoeléctricos de alta precisión ubicados en la plataforma detectan las fuerzas de reacción y momentos más pequeños en el análisis de movimiento del salto.	
Plataforma de contacto con temporizador digital Cronojump (Ergo-Jump, Bosco System, Italy)	Este aparato consiste en un temporizador digital conectado por un cable a una plataforma. El temporizador se dispara por los pies del sujeto en el momento de la liberación de la plataforma (salto) y se detiene en el momento del contacto al bajar.	
Plataforma de contacto Axon Jump (Axon Bioingeniería Deportiva, Buenos Aires, Argentina)	Es un instrumento semirrígido plegable y portátil, comandado por software e interconectable entre sí. Conectado a un computador registra los contactos del atleta. Los mismos se visualizan en el computador, en un software exclusivo que posee un cronómetro de alta resolución.	
Sistema de captación GymAware (Kinetic Performance Technology, Australia)	Es un encoder óptico, conformado por una unidad que se coloca en el suelo entre las piernas del deportista y el cable se sujeta a la cintura del deportista a través de un cinturón. Las principales características de su precisión son la exactitud posicional, ángulo de elevación, etc.	

Valores de fuerza explosiva

Los valores de fuerza explosiva en MI registrados en los taekwondistas mediante la utilización de los diversos tests se registraron en valores de media en centímetros y desviación estándar ($X \pm DS$) categorizados en niveles de rendimiento (tablas 3, 4 y 5). En cuanto a los niveles de fuerza explosiva se encontraron diferencias en deportistas hombres recreacionales novatos frente a los recreacionales experimentados en el SJ (43,7 cm vs. 51,1 cm). Sin embargo, no se encontraron diferencias entre mujeres novatas y experimentadas, encontrando el autor un resultado confiable con un 5% de error ($p = 0,059$) (Toskovic et al., 2004). Los deportistas hombres de taekwondo recreacionales a nivel general presentan valores en LJ cercanos a 240,0 cm y CMJ de 55,5 cm, las mujeres en SJ valores cercanos a los 32,1 cm y en LJ entre 191 y 196 cm (Kim, Jung, Song, Chai, & Lee, 2015; Myong-Won et al., 2015; Suzana & Pieter, 2009) .

Tabla 3. Valores de fuerza explosiva en MI en deportistas de taekwondo de nivel recreacional (novatos y experimentados)

Autor y tipo de estudio	Características de la población	Población (n)	Edad (años)	Altura o distancia (cm)	Valor (p)
Toskovic et al. (2004) Tipo:OB	Novatos	7 hombres 7 mujeres	21.0 \pm 2.7 20.9 \pm 1.2	VJ = 43.7 \pm 5.0* [^] VJ = 32.1 \pm 3.4	Género ($p < 0.001$), Experiencia ($p = 0.049$)
	Experimentados	7 hombres 7 mujeres	24.9 \pm 8.6 31.0 \pm 8.3	VJ = 51.1 \pm 8.6* [^] VJ = 31.3 \pm 3.1	
Suzana & Pieter. (2009) Tipo:OB	Recreacional	10 hombres	21.2 \pm 1.2	VJ = 55.5 \pm 7.0	NR
Kim et al. (2015) Tipo: Exp	Coreanas nivel recreacional	8 mujeres	18.9 \pm NR	LJ pre = 204.0 \pm 8.7 LJ post= 191.0 \pm 15.2	$p = 0.018$ (valor $t = 3.073$)
Myong-Won (2015) Tipo: Exp	Coreanos nivel recreacional	12 hombres 22 mujeres	19.4 \pm 0.9 18.9 \pm 1.2	LJ pre = 240.4 \pm 18.3 LJ post= 240.8 \pm 18.1 LJ pre = 192.6 \pm 14.8 LJ post= 196.8 \pm 9.3	$p > 0.05$
<p>Tipo de estudio: OB= Estudio observacional, Exp= Estudio experimental. Diferencias estadísticamente significativas presentes en el estudio ($p < 0.005$): *diferencias entre géneros; ^diferencias entre novatos y experimentados;</p>					

En deportistas que participan en competencias a nivel nacional se encontraron diferencias entre deportistas italianos seleccionados y los no seleccionados a representar su equipo estatal o nacional ($p < 0,001$), en el SJ hombres seleccionados 40,7 cm frente a 35,8 cm de los no seleccionados, en CMJ 42,4 cm frente a 39,3 cm. En mujeres igualmente se encontraron grandes diferencias en SJ (27,9 cm frente a 23,7) y CMJ (28,8 cm frente a 26,4 cm) (Casolino et al., 2012) . A nivel general, los deportistas de nivel nacional oscilan valores en el SJ de 37,9 a 43,5 cm para hombres y mujeres de 23,7 a 27,9 cm, en el CMJ hombres de 41,4 a 47,2 cm y mujeres de 26,4 a 28,8 cm, respectivamente (Casolino et al., 2012; Cetin et al., 2009; Yen, 2012) . En el test CMJA un único estudio registra valores alrededor de los 31 cm para hombres y 26 cm para mujeres. Para el VJm, los taekwondistas después de someterse a protocolos de entrenamiento HICR y HIIT durante 9

semanas, sus valores tanto pre y post oscilaron para hombres entre los 19 y 20 cm, y en mujeres sin diferencias entre los dos protocolos de entrenamiento sobre los 19 cm (Ver tabla 4).

Tabla 4. Valores de fuerza explosiva en MI en deportistas de taekwondo de nivel nacional.

Autor y tipo de estudio	Características de la población	Población (n)	Edad (años)	Altura o distancia (cm)	Valor (p)
Cetin et al. (2009) Tipo: OB	Deportistas de Turquía - CPB - SPB	11 hombres 10 mujeres	17 ± 1,3	SJ = 43.5 ± 6.2 CMJ = 47.1 ± 6.3 SJ = 43.2 ± 5.9 CMJ = 47.2 ± 6.4	SJ (p=0.218), CMJ (p=0.715)
Casolino et al. (2012) Tipo: Exp	Italianos. - HS - HNS - MS - MNS	16 hombres 9 Mujeres	23.0 ± 3.1	SJ = 40.7 ± 6.8* CMJ = 42.4 ± 7.1* SJ = 35.8 ± 3.7 CMJ = 39.3 ± 2.7 SJ = 27.9 ± 4.4* CMJ = 28.8 ± 3.7* SJ = 23.7 ± 2.1 CMJ = 26.4 ± 1.8	p=<0.001
Yen, K. (2012) Tipo: Exp	Deportistas de Taiwan	8 hombres	22.7 ± 2.3	SJ pre = 37.9 ± 6.9 SJ post = 40.8 ± 5.1† CMJ pre = 41.4 ± 4.2 CMJ post= 42.8 ± 4.9†	p=<0.05
Nokolaidis, PT (2016) Tipo: OB	Deportistas de Grecia	12 hombres 14 mujeres	18 a 32	CMJA= 31.7 ± 8.9** CMJA= 26.0 ± 5.1	p=<0.05
Monks et al. (2017) Tipo: Exp	Deportistas universitarios de Grecia. - HIIT (n=16) - HICR (n=17)	8 hombres y 8 mujeres 9 hombres y 8 mujeres	18 a 22	VJm pre=19.5 ± 0.6 in VJm post=20.4±0.6 in† VJm pre= 19.3 ± 0.6 in VJm post=19.8 ± 0.6 in	† p=<0.05

Tipo de estudio: OB= Estudio observacional, Exp= Estudio experimental.
*Características de la población: CPB= Deportistas con protector bucal; SPB= Deportistas sin protector bucal; HS= Hombres seleccionados; HNS= Hombres No seleccionados; MS= Mujeres seleccionadas; MNS= Mujeres No seleccionadas; HIIT= Entrenamiento intervánico de alta intensidad; HICR= Entrenamiento continuo de alta intensidad; in= pulgadas; VJm= Test de saltar y alcanzar modificado. Diferencias estadísticamente significativas (p<0.005): *diferencias entre deportistas seleccionados y los no seleccionados; † diferencias significativas pre-post entrenamiento.*

En deportistas de nivel internacional (tabla 5) encontramos valores en mujeres en el test SJ entre 27,7 cm y 28,9 cm. En el CMJ, valores entre 28,2 cm y 32,8 cm y en el salto CMJA valores entre 33,2 cm y 36,4 cm (Chiodo et al., 2011; Markovic et al., 2005) . En hombres se encontraron valores en el test CMJ entre 35,7 cm y 43,9 cm. En el test LJ de 2 metros aproximadamente, en SJ sobre los 38 cm, y por último, en el test 3HJ valores alrededor de los 6 metros, aunque un único estudio aporta los valores de estos tres últimos tests (Ball et al., 2011; Chaabene et al., 2017; Chiodo et al., 2011; Da Silva Santos et al., 2015; Markovic et al., 2005) .

Tabla 5. Valores de fuerza explosiva en MI en deportistas de taekwondo de nivel internacional.

Autor y tipo de estudio	Características de la población	Población (n)	Edad (años)	Altura o distancia (cm)	Valor (p)
Markovic et al. (2005) Tipo: OBR	Croatas - Medallistas (M)	6 mujeres	21.7 ± 4.3	(M) SJ = 29.8 ± 2.9 CMJ = 32.8 ± 3.9** CMJA = 36.4 ± 3.5**	CMJ (p < 0.05) CMJA (p < 0.05)
	- No Medallistas (NM)	7 mujeres	21.3 ± 4.2	(NM) SJ = 27.7 ± 2.4 CMJ = 28.7 ± 1.9 CMJA = 33.2 ± 2.3	
Chiodo et al. (2011) Tipo: OB	Italianos	11 hombres	23.0 ± 3.6	Pre-combate CMJ = 40.8 ± 4.9* Post-combate CMJ = 43.9 ± 5.2**	Género (p < 0.001) Estado pre-post (p < 0.001)
		4 mujeres	24.0 ± 5.7	Pre-combate CMJ = 28.2 ± 2.5* Post-combate CMJ = 30.8 ± 2.3**	
Ball et al. (2011) Tipo: OBR	Australianos	2 hombres 2 mujeres	23.3 ± 1,7	Pre-entrenamiento CMJ = 35 ± 0,5 Post-entrenamiento CMJ = 43 ± 0,7	p = NR
Da Silva Santos et al. (2015) Tipo: Exp	Deportistas de Brasil	11 hombres	20.3 ± 5.2	Test CMJ: Control 36.1 ± 4.1 Grupo Media sentadilla: - 5-min: 36.2 ± 5.7 ^a - 10-min: 36.1 ± 5.6 ^b - Auto: 35.7 ± 4.7 ^c Grupo pliometría: - 5-min: 35.8 ± 5.3 ^a - 10-min: 35.9 ± 5.6 ^b - Auto: 37.2 ± 4.9 ^c Grupo Media sentadilla + pliometría: - 5-min: 36.8 ± 4.5 ^a - 10-min: 37.0 ± 4.6 ^b - Auto: 37.2 ± 5.0 ^c	p = 0.239
Chaabene et al. (2017) Tipo: OB	Republica Tunecina - Élite (n=11)	9 hombres y 2 mujeres	18 ± 2	LJ = 2.1 ± 03 metros SJ = 38.2 ± 4.6 CMJ = 40.2 ± 5.4 3HJ = 6.5 ± 0.7	p = 0.001 entre grupos, aunque no se registra los datos por grupos separados.
	- Sub élite (n=13)	11 hombres y 2 mujeres			

Tipo de estudio: OB= Estudio observacional; OBR= Estudio observacional retrospectivo; Exp= Estudio experimental.
Diferencias estadísticamente significativas (p < 0.005): * diferencias entre géneros; ** diferencias entre medallistas y no medallistas; # diferencias pre-post combate; a, b, c= El deportista tras terminar el protocolo asignado tuvo un descanso de 5 minutos (5-min)^a, 10 minutos (10-min)^b o Autoselección el tiempo de descanso (Auto)^c y luego realizó el test de salto. NR= No reporta información.

DISCUSIÓN

Valores de fuerza explosiva en MI

Al observar los resultados encontrados tanto en deportistas recreacionales como de nivel nacional e internacional, como era de esperarse se evidencia que las mujeres difieren de los hombres, registrando valores inferiores en todos los tests de saltos (VJ, LJ, SJ, CMJ y CMJA), evidenciando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,01$). (Casolino et al., 2012; Chiodo et al., 2011; Myong-Won et al., 2015; Nikolaidis et al., 2016; Toskovic et al., 2004) .

Los deportistas de nivel internacional se caracterizan por tener una alta rigurosidad en los programas de entrenamiento para aumentar las probabilidades de conseguir el éxito deportivo. Sin embargo, en nuestra búsqueda encontramos escasas referencias con respecto a la variable de estudio (5 artículos, uno experimental, dos observacionales retrospectivos y dos observacionales), lo que dificulta y complejiza el análisis objetivo de valores de referencia que puedan brindar información exacta sobre los niveles de fuerza explosiva en MI en los tests de saltos para taekwondistas.

Pese a las diferencias encontradas en los estudios con respecto a los valores de fuerza explosiva en MI entre los diferentes grupos de deportistas de taekwondo (recreacional, nacional e internacional), los valores en SJ, CMJ, y CMJA en mujeres y SJ, LJ y CMJ en hombres de nivel internacional, son bajos en comparación con otros deportes de combate como el judo y Karate (Chaabène, Hachana, Franchini, Mkaouer, & Chamari, 2012; Franchini, Del Vecchio, Matsushigue, & Artioli, 2011). Así mismo, los resultados promedio resultan inferiores con respecto a otras disciplinas deportivas de cooperación-oposición (colectivos), como por ejemplo jugadores (defensores y delanteros) de fútbol americano de primera división de la NCAA quienes presentan valores en el SJ entre 71 a 80 cm (Berg, Latin, & Baechie, 1992), mujeres jugadoras de baloncesto (pivotes y escoltas) de la segunda división de la NCAA quienes presentan valores en el salto SJ entre 44 a 48 cm (Paoule, Madole, Garhammer, Lacourse, & Rozenek, 2000; Schweigert, 1996) , inclusive valores inferiores a los encontrados en jugadores (defensas y delanteros) jóvenes de fútbol, entre otras modalidades deportivas (Gil, Gil, Ruiz, Irazusta, & Irazusta, 2007; Hoffman, 2006).

Lo anterior, evidencia bajos niveles de fuerza explosiva en deportistas de taekwondo, contrario al carácter explosivo de la dinámica de los gestos técnicos que se realizan en los combates, pero, podría ser una interpretación errónea. Los niveles de fuerza explosiva que aplican estos deportistas en la ejecución de técnicas de patadas, puños y otros gestos técnicos, están condicionados por diversos factores como el contexto táctico en que se desenvuelven, en donde deben realizar cálculos anticipados de la respuesta que deben dar en diversas situaciones de incertidumbre (posibles ataques y contraataques del adversario), estudio de los ritmos del adversario, patadas realizadas con giro, en salto, en situaciones de desequilibrio, etc. (Bridge, Jones, & Drust, 2009; Martínez & Saucedo, 2002; Ribalda & Calleja, 2011) .

Los nuevos cambios que se han venido dando en el reglamento exigen buenos niveles de fuerza explosiva en las técnicas de patadas para que esto permita que los sensores ubicados en el protector de pecho sean activados (niveles de fuerza explosiva no máximos), generando puntos en el contrario y de esta forma ganar el combate (World Taekwondo Federation, 2017b). Lo expuesto anteriormente, indica que la fuerza explosiva no es la cualidad física más importante en el taekwondo, es decir, que el deportista de taekwondo manifiesta una fuerza útil, como lo explica González y Gorostiaga (2002) "Esta fuerza se produce a la velocidad específica y en el tiempo específico del gesto de competición", por lo que se complejiza su interpretación y comparación con los tests estándar de fuerza explosiva actuales.

Finalmente, los bajos niveles de fuerza explosiva en MI en deportistas de TKD evidenciados en los estudios, pueden no ser un indicador real de la fuerza explosiva en este deporte debido a la falta de especificidad de los tests realizados y a la carencia de investigaciones que analicen de manera más profunda esta variable de estudio en este deporte.

Instrumentos de medición y protocolos

Los instrumentos de medición utilizados en los estudios fueron variados. Partiendo desde el test que requiere solamente una cinta métrica, hasta aquellos test que requieren herramientas tecnológicas validadas en la literatura como los sistemas digitales ópticos, con una precisión de una milésima de segundo (1 ms = 0,001 segundo), en plataformas o tapetes de saltos donde los datos son procesados al instante, arrojando los resultados en tiempo real (Casolino et al., 2012; Drinkwater, Galna, McKenna, Hunt, & Pyne, 2007; Lehance, Croisier, & Bury, 2005) .

Con relación a los instrumentos o protocolos de medición utilizados, los estudios realizados en deportistas de taekwondo recreacionales (novatos y experimentados) especifican que protocolo utilizaron en el VJ, a pesar que este test ha tenido varias modificaciones desde su creación (Gusi et al., 1997; McArdle, Katch, & Katch, 2015) , siendo más utilizado el protocolo de Lewis diseñado en 1977, donde se compara la altura del sujeto con el brazo extendido arriba con la mayor altura que logre alcanzar en un salto (Villa & García-López, 2003). Aunque no todos los estudios indican que instrumento

de medición utilizaron, no se especifica si fue evaluado de la forma de tradicional de saltar y marcar con una tiza el punto más alto en el salto o si usaron algún equipo para este fin, como el dispositivo Vertec. De igual forma las investigaciones que usaron el test LJ y utilizaron el protocolo de la batería Eurofit no especificaron si lo realizaron en arena, en césped o en tapete numerado, dificultando la extrapolación de los datos a otras poblaciones de deportistas.

Los instrumentos de medición utilizados en deportistas de nivel nacional e internacional de TKD se caracterizan por la utilización de una gran variedad de sistemas tecnológicos que han sido validados por diversos investigadores, garantizando mayor validez y fiabilidad de los resultados (Crewther et al., 2011; De Blas, Padullés, López del Amo, & Guerra-Balic, 2012; Drinkwater et al., 2007; Glatthorn et al., 2011; Lehance et al., 2005). Esta variedad de instrumentos utilizados pueden dificultar la comparación de los datos de manera adecuada, lo que evidencia una falta de consenso entre investigadores de este deporte con respecto a los equipos standard para utilizar (Bosquet, Berryman, & Dupuy, 2009; Leard et al., 2007).

Las reducidas muestras utilizadas en los estudios proporcionan una visión limitada de los valores de fuerza explosiva en MI en todos los test (VJ, LJ, SJ, CMJ, CMJA y 3HJ). Por lo tanto, se requieren más investigaciones en deportistas de nivel nacional e internacional con miras de aportar datos suficientes a los entrenadores, además de considerar varias características en relación al sexo, categorías de peso corporal, edad, raza, condiciones geográficas, entre otras. Los investigadores podrían considerar la creación de instrumentos y protocolos más especializados a la modalidad deportiva con el objetivo de determinar las características de fuerza explosiva en deportistas de taekwondo.

CONCLUSIONES

La información encontrada resalta la importancia de valorar la fuerza explosiva en miembros inferiores en esta disciplina deportiva, aportando valores que se pueden tomar como base para un mayor control de las cargas de entrenamiento aplicadas a los deportistas, reorientar de ser necesario los programas de entrenamiento o utilizar estos valores para una posible selección de deportistas que conformarían equipos representativos a nivel estatal o nacional. Sin embargo, los datos aportados en la presente revisión y en los artículos revisados, deben observarse con cautela debido a las pequeñas muestras y a la gran variedad de instrumentos de medición utilizados en los estudios, dificultando su extrapolación con exactitud a la práctica diaria para entrenadores.

Se sugiere la utilización de sistemas tecnológicos en la medición de esta cualidad física al aportar una mayor cantidad de datos útiles al entrenador, por ejemplo, la curva fuerza-velocidad, fuerza-tiempo, pico de potencia, potencia media, etc., aspectos que en los estudios analizados no fueron tenidos en cuenta. Además, estos sistemas tecnológicos permiten dar una mayor cantidad de sugerencias a entrenadores sobre la planeación de objetivos para la mejora del rendimiento en el componente de fuerza, lo que conduciría a seleccionar adecuadamente que métodos, medios y estrategias de entrenamiento a utilizar. Y finalmente, aportarían una mayor validez y fiabilidad a los resultados de los deportistas. Se motiva a entrenadores e investigadores a diseñar instrumentos o protocolos de medición más específicos al patrón motriz del taekwondo.

Agradecimientos

Agradecimientos al entrenador Gino Alonso Salcedo por las aclaraciones hechas respecto al reglamento vigente de Taekwondo WTF. Al Doctor Jhon Fredy Ramírez Villada (PhD) docente de la Universidad de Antioquia, por las sugerencias hechas al presente documento.

REFERENCIAS

- Ball, N., Nolan, E., & Wheeler, K. (2011). Anthropometrical, physiological, and tracked power profiles of elite taekwondo athletes 9 weeks before the Olympic competition phase. *J Strength Cond Res*, 25(10), 2752-2763. doi: 10.1519/JSC.0b013e31820d9f3f
- Benito Díaz, J. (2012). Análisis sobre las edades del Taekwondo. *masTaekwondo.com*. Recuperado de: <http://mastkd.com/2012/01/analisis-sobre-las-edades-del-taekwondo/>
- Berg, K., Latin, R. W., & Baechie, T. (1992). Survey: Physical fitness of NCAA Division I football players. *Strength Cond J*, 14(3), 68-73.
- Bosquet, L., Berryman, N., & Dupuy, O. (2009). A comparison of 2 optical timing systems designed to measure flight time and contact time during jumping and hopping. *J Strength Cond Res*, 23(9), 2660-2665.
- Bridge, C. A., Ferreira da Silva Santos, J., Chaabene, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014). Physical and physiological profiles of

- taekwondo athletes. *Sports Med*, 44(6), 713-733. doi: 10.1007/s40279-014-0159-9
- Bridge, C. A., Jones, M. A., & Drust, B. (2009). Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *Int J Sports Physiol Perform*, 4(4), 485-493.
- Cappa, D. (2000). Entrenamiento de la potencia muscular. *Mendoza-Argentina: Dupligraf*.
- Cardozo, L. A., Vera-Rivera, D. A., Conde-Cabezas, O. A., & Yáñez, C. A. (2017). Aspectos fisiológicos de deportistas elite de taekwondo: Una revisión narrativa. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, 418, 35-46.
- Casolino, E., Cortis, C., Lupo, C., Chiodo, S., Minganti, C., & Capranica, L. (2012). Physiological versus psychological evaluation in taekwondo elite athletes. *Int J Sports Physiol Perform*, 7(4), 322-331.
- Cetin, C., Keçeci, A. D., Erdoğan, A., & Baydar, M. L. (2009). Influence of custom-made mouth guards on strength, speed and anaerobic performance of taekwondo athletes. *Dent Traumatol*, 25(3), 272-276. doi: 10.1111/j.1600-9657.2009.00780.x
- Crewther, B., Kilduff, L., Cunningham, D., Cook, C., Owen, N., & Yang, G. (2011). Validating two systems for estimating force and power. *Int J Sports Med*, 32(4), 254-258. doi: 10.1055/s-0030-1270487
- Chaabene, H., Negra, Y., Capranica, L., Bouguezzi, R., Hachana, Y., Rouahi, M. A., & Mkaouer, B. (2017). Validity and reliability of a new test of planned agility in elite Taekwondo athletes. *J Strength Cond Res*, (pendiente de publicar). doi: 10.1519/JSC.0000000000002325
- Chaabène, M. H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sport Med*, 42(10), 829-843.
- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A., Iona, T., & Capranica, L. (2011). Effects of official Taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *J Strength Cond Res*, 25(2), 334-339. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182027288
- Da Silva Santos, J. F., Valenzuela, T. H., & Franchini, E. (2015). Can different conditioning activities and rest intervals affect the acute performance of Taekwondo turning kick?. *J Strength Cond Res*, 29(6), 1640-1647. doi: 10.1519/JSC.0000000000000808
- De Blas, X., Padullés, J. M., López del Amo, J. L., & Guerra-Balic, M. (2012). Creation and validation of Chronojump-Boscosystem: A free tool to measure vertical jumps. *Rev Int Cienc Deporte*, 8(30), 334-356. doi: 10.5232/ricyde2012.03004
- Drinkwater, E. J., Galna, B., McKenna, M. J., Hunt, P. H., & Pyne, D. B. (2007). Validation of an optical encoder during free weight resistance movements and analysis of bench press sticking point power during fatigue. *J Strength Cond Res*, 21(2), 510-517. doi: 10.7326/0003-4819-152-11-201006010-00232
- Franchini, E., Del Vecchio, F. B., Matsushigue, K. A., & Artioli, G. G. (2011). Physiological profiles of elite judo athletes. *Sport Med*, 41(2), 147-166.
- Gil, S. M., Gil, J., Ruiz, F., Irazusta, A., & Irazusta, J. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J Strength Cond Res*, 21(2), 438-445.
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res*, 25(2), 556-560. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d
- González-Badillo, J. J., & Gorostiaga-Ayestarán, E. (2002). Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo. *Barcelona: Inde*.
- González-Restrepo, E. A. (2012). Análisis comparativo de la variable edad en los Preolímpicos de América y Europa. *masTaekwondo.com*. Recuperado de: <http://mastkd.com/2012/02/02/analisis-comparativo-de-la-variable-edad-en-las-eliminotorias-de-taekwondo-clasificatorias-a-juegos-olimpicos-londres-2012-de-america-y-europa/>
- Gusi, N., Marina, M., Nogués, J., Valenzuela, A., Nâcher, S., & Rodríguez, F. (1997). Validez comparativa y fiabilidad de dos métodos para la valoración de la fuerza de salto vertical. *Apunts. Medicina De L'esport*, 32(126), 271-278.
- Hoffman, J. (2006). Norms for fitness, performance, and health. *Champaign (Illinois, Estados Unidos): Human Kinetics*.
- Izquierdo, M. (2008). Biomecánica y Bases Neuromusculares de la Actividad Física y el Deporte. *Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana*.
- Jakubiak, N., & Saunders, D. H. (2008). The feasibility and efficacy of elastic resistance training for improving the velocity of the Olympic Taekwondo turning kick. *J Strength Cond Res*, 22(4), 1194-1197.
- Kazemi, M., Casella, C., & Perri, G. (2009). 2004 Olympic Tae Kwon Do athlete profile. *J Can Chiropr Assoc*, 53(2), 144-151.
- Kazemi, M., Perri, G., & Soave, D. (2010). A profile of 2008 Olympic Taekwondo competitors. *J Can Chiropr Assoc*, 54(4), 243-249.
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., & White, A. R. (2006). A profile of olympic taekwondo competitors. *J Sports Sci Med*, 5, 114-121.
- Kim, H., Jung, H., Song, J., Chai, J., & Lee, E. (2015). A follow-up study on the physique, body composition, physical fitness, and isokinetic strength of female collegiate Taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil*, 11(1), 57-64. doi: 10.12965/jer.150186
- Kim, H., Stebbins, C., Chai, J., & Song, J. (2011). Taekwondo training and fitness in female adolescents. *J Sports Sci*, 29(2), 133-138. doi: 10.1080/02640414.2010.525519
- Leard, J. S., Cirillo, M. A., Katsnelson, E., Kimiatek, D. A., Miller, T. W., Trebincevic, K., & Garbalosa, J. C. (2007). Validity of two alternative systems for measuring vertical jump height. *J Strength Cond Res*, 21(4), 1296-1299. doi: 10.1519/R-21536.1
- Lehance, C., Croisier, J.-L., & Bury, T. (2005). Validation du système Optojump en tant qu'outil d'évaluation de la force-vitesse (puissance) des membres inférieurs. *Sci Sports*, 20(3), 131-135. doi: 10.1016/j.scispo.2005.01.001
- Markovic, G., Misigoj-Durakovic, M., & Trninic, S. (2005). Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. *Coll Antropol*, 29(1), 93-99.
- Martínez, O., & Saucedo, F. (2002). La táctica como instrumento de mejora de la velocidad de reacción en los deportes de combate. *Efdeportes.com: Revista Digital de Educación Física y Deportes*, 53(8).
- McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2015). Fundamentos de fisiología del ejercicio: nutrición, rendimiento y salud. *Madrid: Wolters Kluwer Health*.
- Monks, L., Seo, M.-W., Kim, H.-B., Jung, H. C., & Song, J. K. (2017). High-intensity interval training and athletic performance in Taekwondo athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, 57(10), 1252-1260. doi: 10.23736/S0022-4707.17.06853-0

- Myong-Won, S., Hyun-Chul, J., Jong-Kook, S., & Hyun-Bae, K. I. M. (2015). Effect of 8 weeks of pre-season training on body composition, physical fitness, anaerobic capacity, and isokinetic muscle strength in male and female collegiate taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil*, 11(2), 101-107. doi: 10.12965/jer.150196
- Nikolaidis, P. T., Buško, K., Clemente, F. M., Tasiopoulos, I., & Knechtle, B. (2016). Age-and sex-related differences in the anthropometry and neuromuscular fitness of competitive taekwondo athletes. *Open Access J Sports Med*, 7, 177-186. doi: 10.2147/OAJSM.S120344
- Paule, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *J Strength Cond Res*, 14(4), 443-450.
- Ribalda, M. P., & Calleja, F. G. (2011). La velocidad de anticipación en los deportes: utilidad del constructo y diferencia con el tiempo de reacción. *Revista de orientacion educacional*(48), 95-106.
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Ann Intern Med*, 152(11), 726-732. doi: 10.1186/1741-7015-8-18
- Schweigert, D. (1996). Normative Values for Common Preseason Testing Protocols: NCAA Division II Women's Basketball. *Strength Cond J*, 18(6), 7-10.
- Suzana, M., & Pieter, W. (2009). Motor ability profile of junior and senior taekwondo club athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 3(4), 325-331.
- Tornello, F., Capranica, L., Chiodo, S., Minganti, C., & Tessitore, A. (2013). Time-motion analysis of youth Olympic Taekwondo combats. *J Strength Cond Res*, 27(1), 223-228.
- Toskovic, N., Blessing, D., & Williford, H. (2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced Tae Kwon Do practitioners. *J Sports Med Phys Fitness*, 44(2), 164-172.
- Villa, J., & García-López, J. (2003). Tests de salto vertical (I): Aspectos funcionales. *Revista Digital: RendimientoDeportivo.com*, 6, 1-14.
- Von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., Vandenbroucke, J. P., & Initiative, S. (2007). The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Preventive medicine*, 45(4), 247-251. doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.11.008
- World Taekwondo Federation. (2017a). Member status. Retrieved 1 de diciembre de 2017, from <http://www.worldtaekwondo.org/about-wt/members/>
- World Taekwondo Federation. (2017b). World Taekwondo Federation Competition Rules & Interpretation. Retrieved 8 de diciembre de 2017, from <http://www.worldtaekwondo.org/rules/>
- Yen, K.-T. (2012). Training Periodization in Lower Limb Performance and Neuromuscular Controlling in taekwondo athletes. *Life Sci J*, 9(3), 850-857.

Versión Digital