

## Revisión Sistemática

PENSAR EN MOVIMIENTO:

*Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*

EISSN 1659-4436

Vol. 11, No.2, pp. 1- 19



### RESPUESTAS Y ADAPTACIONES FISIOLÓGICAS EN EL ENTRENAMIENTO DE TAEKWONDO. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

#### PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND ADAPTATIONS TO TAEKWONDO TRAINING. A SYSTEMATIC REVIEW

*Pedro Carazo Vargas, M.Sc.*

*pedro.carazo@ucr.ac.cr*

*Escuela de Educación Física y Deportes, Universidad de Costa Rica,  
Costa Rica*

Manuscrito recibido: 22/04/2013; reenvíos: 18/09/2013, 26/11/2013; aceptado: 26/11/2013; publicado: 31/12/2013

---

#### Resumen

Carazo-Vargas, P. (2013). Respuestas y adaptaciones fisiológicas en el entrenamiento de taekwondo. Una revisión sistemática. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 11 (2), 1-19. El objetivo de analizar las principales respuestas y adaptaciones fisiológicas que se asocian a la práctica del taekwondo se plantea para evaluar el desarrollo del conocimiento en esta área y orientar a entrenadores y deportistas acerca de los procesos de entrenamientos más apropiados. Por lo tanto, se realiza una búsqueda sistemática en las bases de datos: "Academic Search Complete, ERIC, Medline, SportDiscus, Proquest, y Ovid". De las cuales se toman en cuenta solo investigaciones publicadas en revistas científicas y se incluyen únicamente las variables que fueron analizadas en un mínimo de cinco estudios. Dicho requisito se cumplió para la fuerza (independientemente de su manifestación), la capacidad aeróbica, la frecuencia cardíaca y la producción de lactato sanguíneo. Veintiocho publicaciones aportaron sus hallazgos a la presente revisión bibliográfica. No existe suficiente congruencia en la evidencia desarrollada que permita establecer tendencias sobre el volumen e intensidad de cargas de trabajo más adecuadas para guiar el proceso de entrenamiento de un practicante de taekwondo, ya sea con fines competitivos o de salud. El diseño metodológico de las investigaciones realizadas en el área debe ser mejorado.

**Palabras claves:** *Taekwondo, fuerza, capacidad aeróbica, frecuencia cardíaca, lactato, sexo, adultos, adolescentes.*

---

## PHYSIOLOGICAL RESPONSES AND ADAPTATIONS TO TAEKWONDO TRAINING. A SYSTEMATIC REVIEW

### Abstract

Carazo-Vargas, P. (2013). Physiological responses and adaptations to taekwondo training. A systematic Review. **PENSAR EN MOVIMIENTO: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud, 11 (2)**, 1-19. This review is proposed in order to analyze the main responses and physiological adaptations that are associated with the practice of taekwondo, assessing the development of knowledge in this area and guidance to coaches and athletes about the most appropriate training processes. A systematic search of databases was performed: "Academic Search Complete, ERIC, Medline, SportDiscus, Proquest, and Ovid." They take into account only research published in scientific journals and only variables that were analyzed in at least five studies are included. This requirement was fulfilled for strength (regardless of its manifestation), aerobic capacity, heart rate and blood lactate production. Twenty-eight publications contributed their findings to this literature review. There is not enough consistency in the evidence developed in order to establish trends in the volume and intensity of appropriate workloads to guide the training process of a taekwondo practitioner, whether for competitive or health purposes. The methodological design of the research conducted in the area should be improved.

**Keywords:** Taekwondo, strength, aerobic capacity, heart rate, lactate, sex, adult, adolescent.

---

Como los sostienen Markovi, Misigoj-Durakovi y Trninic ([2005](#)), el taekwondo es una disciplina deportiva relativamente joven que existe bajo el control de dos organizaciones, la Federación Mundial de Taekwondo (WTF), la cual fomenta la competición y el rendimiento deportivo y la Federación Internacional de Taekwondo (ITF), que se apega a una visión más tradicional del taekwondo. La práctica bajo los lineamientos de la WTF es la de mayor difusión a nivel mundial y la que mayor atención ha generado en los científicos deportivos.

El taekwondo como deporte ha presentado importantes cambios desde la inauguración de la Federación Mundial de Taekwondo en 1973, los cuales se acrecentaron con su introducción como evento olímpico en los Juegos Olímpicos de Sídney en el año 2000 (Toskovic, Blessing & Williford, [2002](#)); ha experimentado diversas modificaciones en el reglamento y en la competición en sí, además de la introducción de un sistema electrónico de reconocimiento de la puntuación en el combate. Al convertir esta disciplina en un deporte olímpico representa un mayor interés por estudiar las variables que intervienen en el rendimiento de los deportistas.

Según la revisión efectuada por el primer artículo científico sobre la práctica de taekwondo se discutió acerca de la incidencia de lesiones y fue publicado en la revista, "Danish Medical Magazine" en 1984. La generación de artículos sobre taekwondo, durante los últimos diez años, ha mostrado un incremento de un 400% respecto a las décadas previas. Este

crecimiento refuerza la posición de que la investigación científica en taekwondo es una nueva área de conocimiento (Cota-Guajardo, [2013](#)).

Dado que el taekwondo es caracterizado tanto por la rapidez al patear y golpear como por la velocidad de sus desplazamientos, que requieren de una importante demanda energética sobre los grupos musculares (Pieter, [1991](#)), las respuestas y adaptaciones fisiológicas que experimenten los individuos al ser sometidos a un proceso de entrenamiento, representan un factor de gran importancia en el rendimiento deportivo de un o una taekwondista.

En la búsqueda de la excelencia deportiva, como lo sostienen Bridge, McNaughton, Close y Drust ([2013](#)) se requiere el análisis de las demandas fisiológicas de las personas al practicar taekwondo y con ello la evaluación de la necesidad de implementar los métodos de entrenamiento que se ajusten a las condiciones de competición.

Al tomar en cuenta que la competición oficial se realiza según el sexo y la edad de los individuos, que a los 18 años de edad delimitan la categoría “junior” de la “senior” y que el entrenamiento es la vía natural para buscar un óptimo rendimiento, se incrementa la importancia de identificar las estrategias de preparación más adecuadas para las personas practicantes tanto juveniles como adultos según su sexo.

El objetivo de la presente revisión sistemática consiste en analizar las evidencias científicas con respecto a las respuestas y adaptaciones fisiológicas en practicantes de taekwondo, permitiendo dilucidar el desarrollo del conocimiento en esta área y orientando a entrenadores y deportistas acerca de los procesos de entrenamientos más adecuados.

## **Metodología**

### **Estrategia de búsqueda**

En la presente revisión sistemática se analizó las principales respuestas y adaptaciones fisiológicas que se asocian a la práctica del taekwondo. También se identificaron las relacionadas con elementos estrechamente vinculados al rendimiento deportivo, tales como las distintas manifestaciones de la fuerza que han sido estudiadas, la capacidad aeróbica, la frecuencia cardiaca y la producción de lactato según la edad y el sexo. La búsqueda de artículos se realizó entre setiembre del 2012 y febrero del 2013 en las bases de datos Academic Search Complete, ERIC, Medline, SPORTDiscus, Proquest, y Ovid, se empleó el término taekwondo en combinación con "strength", "muscular strength", "skeletal muscle fitness", "lactate", "lactic acid", "aerobic exercise", "maximum oxygen intake", "cardiovascular fitness", "anaerobic power", "anaerobic capacity", "physical fitness", "heart rate", "physiological", asimismo se efectuó una búsqueda cruzada con las referencias de los artículos encontrados y en "Google Academic".

### **Criterios de selección**

Indistintamente de los criterios metodológicos adoptados por las diferentes personas autoras, se analizan todos los artículos publicados en una revista científica que son adquiridos

en texto completo. Con el fin de buscar la mayor homogeneidad posible en los sistemas de entrenamiento aplicados y efectos producidos, los estudios desarrollados bajo la modalidad de la Federación Internacional de Taekwondo (ITF) fueron excluidos.

No se incluyeron seis artículos, puesto que no estaban disponibles en texto completo.

Para incluir un área de estudio dentro del análisis se determina un mínimo de cinco estudios que analicen la temática.

## Resultados

En total, la revisión sistemática incluye un total de 28 estudios. Aunque son elementos de gran importancia en la práctica del taekwondo, el análisis de las respuestas y adaptaciones del entrenamiento sobre la capacidad anaeróbica, la velocidad y la respuesta hormonal no son incluidas al no contar con el mínimo de investigaciones definidas. Según los resultados de la búsqueda, la información se organiza en cuatro apartados, fuerza ( $n = 10$ ), capacidad aeróbica ( $n = 9$ ), frecuencia cardíaca ( $n = 13$ ) y lactato ( $n = 9$ ).

### Fuerza

Dado que según la categoría de competición se requiere un mínimo de fuerza para que las acciones sean contabilizadas como puntos, la fuerza representa una de las cualidades físicas más importantes en el rendimiento de un practicante de taekwondo, pues influye directamente en la eficaz ejecución de las técnicas deportivas y determina la velocidad en que estas se pueden ejecutar. Así, la fuerza ha sido una de las variables más estudiadas desde diferentes ámbitos de su manifestación.

Al asumir la relación entre la capacidad de salto y la potencia (Balsalobre-Fernández, Campo-Vecino, Tejero-González, y Alonso-Curiel, [2012](#)) la mayoría de autores han optado por esta medición para estimar la facultad que tienen los practicantes de taekwondo para aplicar una fuerza en la menor cantidad de tiempo. Con el empleo de este método de medición, Sanioglu et al. ([2009](#)) analizaron el efecto de vendar los tobillos sobre la potencia de salto, para proveer información valiosa sobre esta cualidad en deportistas de élite. En el estudio, integrantes de la Selección Nacional de Turquía realizaron una prueba de salto con contra movimiento con impulso de las manos (individuo se encuentra en posición erguida, flexiona piernas hasta  $90^\circ$  y después efectúa un salto vertical), en promedio las siete mujeres saltaron 46,75 (5,50) cm y los nueve hombres 65,83 (3,06) cm, ambos valores fueron mayores que al ejecutar la prueba con el vendaje:  $p < 0,015$  y  $p < 0,015$ , respectivamente.

Cetin, Keçeci, Erdoğan, y Baydar ([2009](#)), también estudiaron la capacidad de salto de practicantes de taekwondo, pero en dicho estudio empleó una muestra de adolescentes compuesta tanto por hombres ( $n = 11$ ) como por mujeres ( $n = 10$ ). Como objetivo se planteó identificar si el uso del protector bucal alteraba el desempeño en la variable. En la sentadilla con salto, el conjunto de participantes saltó un promedio de 43,18 (5,87) cm y en el salto con

contra movimiento ejecutaron 47,18 (6,43) cm; en ninguna de las dos pruebas se presentaron diferencias estadísticas al ejecutar los saltos con el protector bucal ( $p > 0,05$ ).

A su vez, Chiodo, Tessitore, Cortis, Cibelli et al. (2011), realizaron una prueba de salto con contra movimiento a atletas adultos italianos de élite que entrenaban con el seleccionado. La prueba fue administrada antes y después del Campeonato Nacional Italiano, permitiendo determinar diferencias según sexo ( $p < ,0001$ ) y momento de medición ( $p < 0,0001$ ): después del combate los hombres mostraron un mejor rendimiento [mujeres: 30,8 (2,3) cm; hombres: 43,9 (5,2) cm] que antes del combate [mujeres: 2,2 (2,5) cm; hombres: 40,8 (4,9) cm].

Al identificar diferencias en los atributos físicos de taekwondistas en función de su desempeño deportivo; Markovi et al. (2005) aprovecharon un proceso desarrollado por un período superior a los siete años con las integrantes de la Selección Nacional adulta femenina de Croacia. Los autores del estudio dividieron a las atletas en dos grupos, considerando la obtención de medallas en eventos élite (grupo A medallistas, grupo B no medallistas). Aunque los análisis estadísticos no demostraron diferencias entre los grupos (press de banca 55,7 (11,6) kg grupo A y 48,5 (8,2) kg grupo B, sentadilla 89,1 (17,66) kg grupo A y 72,1 (15,2) kg grupo B) se apreció una tendencia que sugiere mayores índices de fuerza en las mujeres con mejores resultados deportivos. Se encontraron diferencias estadísticas en la capacidad de salto alto ( $p < 0,05$ ), la cual estaba más desarrollada en las atletas medallistas. La resistencia muscular medida como la mayor cantidad de “push-up” (lagartijas) completadas en 60 segundos no mostró diferencias significativas entre ambos grupos ( $p > 0,05$ ).

El único estudio de corte experimental puro que analizó las adaptaciones en la fuerza que genera la práctica de taekwondo, fue el desarrollado por Hyun-Bae, Stebbins, Joo-Hee, y Jong-Kook (2011), quienes reclutaron 50 mujeres adolescentes con edades entre los 15 y 16 años que no habían participado en ninguna actividad relacionada con la práctica del taekwondo al menos en los últimos dos años. En el estudio las jóvenes fueron divididas aleatoriamente en un grupo experimental y otro grupo control. Las participantes del grupo experimental recibieron durante 12 semanas dos sesiones semanales regulares de educación física las cuales tenían una duración de 50 minutos y adicionalmente, otras dos sesiones semanales también de 50 minutos en las cuales practicaban taekwondo. En estas sesiones se realizaron ejercicios de calistenia general, técnica básica, formas y combate libre. El grupo control únicamente realizó las dos sesiones regulares de educación física de 50 minutos cada una. Según los resultados, el taekwondo mejoró la potencia (medida mediante la capacidad de saltar la mayor distancia hacia lo largo sin impulso previo) y la fuerza isokinética ( $p < 0,05$ ). La resistencia a la fuerza (medida con dominadas) y la fuerza máxima muscular (medida con dinamómetro de mano) no presentaron cambios entre los grupos del estudio ( $p > 0,05$ ).

Ball, Nolan, y Wheeler (2011) analizaron adaptaciones en la potencia de piernas y describieron parámetros de fuerza máxima de atletas de alto rendimiento que se preparaban para competir en los Juegos Olímpicos de Beijing 2008. Las personas participantes fueron dos hombres y dos mujeres con 23,3 (1,7) años de edad representantes de la Selección de Australia; el estudio comprendió las nueve semanas previas a la Olimpiada, durante las cuales realizaron cinco sesiones semanales de taekwondo, tres sesiones semanales regenerativas y

un programa de ejercicios contra resistencia; En las tres primeras semanas, el entrenamiento se enfocó un 60% en la fuerza, un 25% en la potencia y un 15% en otras habilidades motoras, en las últimas seis semanas, 50% del trabajo fue enfocado a la fuerza, 40% a ejercicios de potencia y solo un 10% a ejercicios específicos. Antes de los Juegos el promedio en *press* de banca fue de 56 (12) kg., en jalón en banco 61 (10) kg. y en media sentadilla 88 (3) kg. La potencia absoluta en salto con una pierna desde sentadilla se incrementó un 13,4% y 16% para la pierna derecha e izquierda respectivamente, mientras que la potencia pico de salto desde sentadilla se incrementó un 12,9%.

Los intereses planteados en los distintos estudios son diversos, no existe consistencia en las metodologías empleadas con respecto a poblaciones, pruebas empleadas, grupos musculares analizados ni respecto a las distintas manifestaciones de la fuerza (ver resumen en tabla N.º1). Al tomar en cuenta estos aspectos y el que la producción académica no es abundante, aún no se pueden establecer tendencias definidas.

Tabla 1

*Características Estudios Variable Fuerza.*

Estudio	Diseño	Deporte	Sexo	Edad	Prueba	Medición
Gajewski, Buško, Mazur y Michalski (2011)	Descriptivo	Recreativo	Mujeres	Adolescente	Articulación Codo, brazo, rodilla, cadera	Torque máximo
Sanioglu et al (2009)	Descriptivo	Élite	Hombres	Adultos	Salto contra movimiento	Potencia
Cetin et al. (2009)	Descriptivo	Élite	Mixto	Adolescente	Salto contra movimiento	Potencia
Toskovic, Blessing y Williford (2004)	Descriptivo	Recreativo	Hombres	Adultos	<i>Press</i> banca <i>Press</i> de pierna	Fuerza
Markovi et al (2005)	Descriptivo	Élite	Mujeres	Adultas	Salto vertical <i>Press</i> banca, sentadilla Saltos desde sentadilla y contra movimiento con y sin impulso de manos	Potencia Fuerza máxima Potencia
Ghorbanzadeh et al (2011)	Descriptivo	Élite	Hombres	Adultos	Salto vertical Dinamómetro de mano	Potencia Fuerza máxima
Hyun-Bae et al (2011)	Experimental	Recreativo	Mujeres	Adolescente	Salto largo Dominadas Dinamómetro de mano	Potencia Resistencia Fuerza Fuerza máxima
Ball et al (2011)	Pre-experimental	Élite	Hombres	Adultos	<i>Press</i> banca, jalón banco, sentadilla. Salto desde	Fuerza máxima Fuerza máxima Potencia

---

sentadilla una o  
ambas piernas

---

Hasta el momento la gran mayoría de estudios que analizaron la variable fuerza o alguna de sus manifestaciones en practicantes de taekwondo son de corte descriptivo, (Cetin et al. [2009](#), Gajewski et al. [2011](#), Ghorbanzadeh et al. [2011](#), Markovi et al. [2005](#), Pieter [1991](#), Sanioglu et al. [2009](#)). Razón por la cual no es posible establecer relación causa-efecto en la aplicación de un programa de entrenamiento en taekwondo con ganancias en fuerza o alguna de sus manifestaciones.

Aunque por extrapolación se posibilita analizar los valores reportados en los índices de fuerza máxima, potencia de salto y pateo, así como de resistencia a la fuerza con respecto a la población no deportista con la intención de comparar sus respectivos desempeños, se carece de suficiente información para discriminar las características fisiológicas que son producto de la genética de los deportistas de las que son generadas por adaptaciones al proceso de entrenamiento.

### Capacidad aeróbica

Al tomar en cuenta la descripción de la respuesta aguda en la práctica del taekwondo Glass, Reeg, y Bierma ([2002](#)) examinaron el costo calórico que representa ejecutar una sesión, con este fin reclutaron nueve hombres y nueve mujeres con poca experiencia en la práctica del taekwondo y una edad promedio de 19,7 (1,9) años. Las personas participantes realizaron dos secuencias de ejercicios: patadas frontales, ejercicios de estiramiento, golpes, abdominales, “push-up” (lagartijas) y ejercicios de estiramiento. La ejecución de ambas sesiones comprendió 7,6 (0,9) minutos, durante las cuales los individuos fueron monitorizados mediante un analizador de gases. Durante la sesión, los hombres presentaron un consumo de oxígeno de 1.99 (0,7) l/min y las mujeres 1,30 (0,70) l/min. Los sujetos del presente estudio presentaron una alta variabilidad en la cantidad de calorías expeditas: los hombres consumieron entre 31 y 115 kcal y las mujeres entre 18 y 61 kcal. Dichos resultados se atribuyen a la característica intermitente del deporte y a la posibilidad de variar la intensidad, realizando las mismas actividades. Los autores respaldaron la efectividad del taekwondo como régimen efectivo para expedir calorías y acondicionar el sistema cardiovascular.

Uno de los principales intereses en la investigación en el área del taekwondo ha sido el caracterizar el  $VO_2$  máx. en distintas poblaciones. Es el caso de Toskovic et al. ([2004](#)) determinaron valores  $VO_2$  máx. de 54,3 (3,2)  $ml\ kg^{-1}\cdot min^{-1}$  en hombres principiantes, 58,9 (8,2)  $ml\ kg^{-1}\cdot min^{-1}$  en hombres experimentados, 44,7 (4,3)  $ml\ kg^{-1}\cdot min^{-1}$  en mujeres principiantes y 50,5 (6,1)  $ml\ kg^{-1}\cdot min^{-1}$  en mujeres experimentadas. Por lo tanto se evidenciaron las típicas diferencias según sexo y un mayor  $VO_2$  máx. en las personas experimentadas, no se halló interacción entre el sexo y la experiencia.

Con el mismo enfoque, Markovi et al. ([2005](#)) compararon el desempeño físico de las atletas de la Selección Croata de Taekwondo, en función de si eran medallistas o no, aportando información valiosa como referencia para las competidoras de otras nacionalidades. En el estudio se reportaron importantes valores de  $VO_2$  máx. equivalentes a 49,6 (3,3)  $ml\cdot kg^{-1}\cdot min^{-1}$

para las atletas con destacados resultados y de  $47,2 (2,1) \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  en las deportistas que no habían sido ganadoras de medallas en los cinco años anteriores al estudio. No se encontraron diferencias entre ambos promedios ( $p > 0,05$ ).

Estos valores se asemejan al reportado por Ball et al. (2011) en los dos hombres y dos mujeres australianos que se disponían a intervenir en los Juegos Olímpicos de Beijing 2008; Entre los cuatro mostraron un promedio de  $\text{VO}_2$  máx. equivalente a  $53,29 (5,7) \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

Dichos resultados son congruentes con los hallazgos al estudiar poblaciones que practican taekwondo sin un objetivo de competición a alto nivel. Erie, Aiwa, y Pieter (2007) compararon las cualidades físicas de hombres [17,30 (1,90) años] y mujeres [17,35 (1,86) años] practicantes de taekwondo de forma recreativa, reportando valores de  $\text{VO}_2$  máx. de  $49,03 (3,87) \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  para los hombres y de  $39,54 (2,77) \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  en las mujeres ( $p < 0,001$ ).

Al medir una población similar, Noorul, Pieter, y Erie (2008) aplicaron una prueba multi-etapa de carrera para estimar el  $\text{VO}_2$  máx. de ocho hombres [18,63 (1,92) años] y nueve mujeres [18,10 (1,37) años] pertenecientes a un club deportivo en Malasia que practicaban taekwondo recreativamente: los hombres mostraron valores de  $42,18 (7,86) \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , mientras las mujeres  $30,71 (5,46) \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  ( $p = 0,003$ ).

Toskovic, Blessing y Williford (2002) aplicaron una prueba de carrera incremental para predecir el  $\text{VO}_2$  máx. de hombres y mujeres, tanto principiantes como experimentados en la práctica del taekwondo, concluyendo que independientemente del sexo, la población con mayor tiempo de entrenar muestra un mejor acondicionamiento cardiovascular.

Por su parte, Melhim (2001) pretendió identificar adaptaciones crónicas a nivel cardiovascular, aplicando un protocolo similar al escogido por Glass et al. (2002), no obstante solo incluyeron hombres, los cuales presentaron una edad promedio de 13,8 años. Como requisito para participar en la intervención, los individuos debían haber entrenado taekwondo regularmente como mínimo tres sesiones semanales durante el último año. Cada sesión presentó una duración de 50 minutos donde se realizaron ejercicios de calentamiento, fundamentos de bloqueos, golpes, patadas y desplazamientos, formas (rutinas de destrezas estandarizadas) y enfriamiento. El entrenamiento se desarrolló tres veces por semana durante ocho semanas. Los cambios en el  $\text{VO}_2$  máx. fueron pequeños, el cambio fue de  $36,3 (9,2)$  a  $38,2 (7,8) \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ; no se presentaron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ). Asimismo Hyun-Bae et al. (2011) concluyeron que al administrar un programa de taekwondo con sesiones de 50 minutos, dos veces por semana, por 12 semanas no es suficiente para incrementar el acondicionamiento cardiovascular de mujeres adolescentes de manera significativa. En ambas investigaciones hombres y mujeres adolescentes presentaron una respuesta similar al no recibir beneficios ante un estímulo insuficiente.

De acuerdo con la literatura científica publicada en el área se refuerza el principio de sobrecarga. Este establece la necesidad de aplicar un estímulo suficiente para lograr adaptaciones permanentes; como cualquier actividad física que involucra el movimiento de grandes grupos musculares en períodos extensos de tiempo, el taekwondo puede ser capaz de producir adaptaciones cardiovasculares que llevan a mejorar la capacidad de captar, transportar y utilizar el oxígeno. Mas un volumen semanal de tres sesiones de entrenamiento

con una duración menor a una hora, a una intensidad de trabajo que no demande un esfuerzo cardiovascular importante, no son suficientes para producir adaptaciones en la capacidad aeróbica. En este aspecto hombres y mujeres presentan la misma respuesta.

Independiente de si la intención de practicar taekwondo nace en el deseo de mejorar la salud, el ocio o la práctica deportiva a bajo o alto nivel, hombres y mujeres pueden mejorar su capacidad aeróbica. Los índices de  $VO_2$  máx. no muestran tendencias distintas entre atletas de élite y practicantes recreativos, lo cual plantea que, sin desvirtuar su aporte, este parámetro no es un factor de primer orden en la determinación del rendimiento en este deporte.

Sin embargo, existe carencia de estudios experimentales que demuestren que los superiores valores en  $VO_2$  máx. en la población practicante de taekwondo respecto al sector no deportista se deba principalmente a adaptaciones al entrenamiento deportivo y que factores externos no sean los responsables de dichas diferencias.

### **Frecuencia cardiaca**

Dada la importancia y facilidad de medición, la frecuencia cardiaca también ha sido una variable frecuentemente investigada. Entre los primeros autores que analizaron esta variable durante la práctica del taekwondo se encuentran Glass et al. (2002), quienes compararon la frecuencia cardiaca de hombres y mujeres ante una sesión de entrenamiento en la que realizaron ejercicios y técnica general, los hombres alcanzaron 160,0 (14,7) latidos \*  $min^{-1}$  mientras que las mujeres 154,8 (22,9) latidos \*  $min^{-1}$ , valores que equivalen a 79,7 (7,3)% y 77,3 (11,1)% de la frecuencia cardiaca máxima (FCM) respectiva. No se encontraron diferencias estadísticas entre hombres y mujeres ( $p > 0,05$ ).

En este mismo sentido, Erie et al. (2007) estudiaron la respuesta de la frecuencia cardiaca en hombres [17,30 (1,90) años de edad] y mujeres [17,35 (1,86) años de edad] adolescentes que practicaban taekwondo recreativamente. Mediante una prueba multi-etapa de carrera estimaron el  $VO_2$  máx., los hombres presentaron una frecuencia cardiaca máxima equivalente a 188,88 (4,94) latidos \*  $min^{-1}$ , mientras que las mujeres alcanzaron 182,75 (4,77) latidos \*  $min^{-1}$ . Dicha diferencia fue estadísticamente significativa ( $p = 0,024$ ).

Noorul et al. (2008) emplearon el mismo protocolo y población similar, reportaron frecuencias cardiacas máximas de 195,71 (6,30) latidos \*  $min^{-1}$  en los hombres y 182,22 (8,27) latidos \*  $min^{-1}$  en las mujeres. Se hallaron diferencias estadísticas entre ambos resultados ( $p = 0,002$ ).

Markovi et al. (2005) analizó el perfil de las deportistas croatas según su rendimiento deportivo y llegó a la conclusión de que las practicantes de taekwondo con mejores resultados en las competiciones presentaron valores de frecuencia cardiaca menores para un determinado esfuerzo. Dicha posición fue asumida tras evaluar la frecuencia cardiaca mediante un monitor cardiaco durante la realización de una prueba de  $VO_2$  máx. donde se determinó los valores cada 30 segundos. El grupo con mejor rendimiento deportivo presentó una frecuencia cardiaca de 166,8 (6,8) latidos \*  $min^{-1}$ , mientras que aquellos que no habían conseguido medalla

mostraron valores de 171,0 (8) latidos \* min<sup>-1</sup>, el análisis estadístico mostró diferencias entre los grupos ( $p < 0,05$ ).

Haddad, Chaouachi, Wong, Castagna y Chamari (2011) ofrecieron mayor información al analizar la respuesta cardiaca de jóvenes adolescentes ante una sesión de taekwondo respecto a una prueba de carrera intermitente. En la sesión específica de taekwondo los jóvenes realizaron un trabajo intermitente durante cuatro minutos en los cuales se alternaron 10 segundos de patadas con el empuje a máxima intensidad con 20 segundos de recuperación pasiva: dicho trabajo se realizó cuatro veces con intervalos de descanso de cuatro minutos; en la sesión de carrera los individuos efectuaron cuatro turnos de cuatro minutos con cuatro minutos de descanso, corriendo entre 90 y 95% de la frecuencia cardiaca máxima. Se dividió el grupo en dos de acuerdo con su rendimiento aeróbico y se aleatorizó el orden de los tratamientos, de modo que todos los sujetos fueron medidos en ambas condiciones. Según los resultados, la frecuencia cardiaca en reposo fue de 63 (8) latidos \* min<sup>-1</sup> y la frecuencia cardiaca máxima de 201 (6) latidos \* min<sup>-1</sup>, al ejecutarse la carrera intermitente se reportó un porcentaje de 72,88% (5,09) de la frecuencia cardiaca máxima y al realizar la sesión de taekwondo 71,24% (5,43). El análisis de varianza determinó que no existieron diferencias respecto al tipo de sesión ejecutada, ni según el rendimiento aeróbico previo de los sujetos, asimismo, se midió el esfuerzo percibido según la escala de Borg donde tampoco se encontraron diferencias ( $p > 0,05$ ).

Con una distinta línea de investigación en relación con la frecuencia cardiaca, que pretende describir la respuesta de la frecuencia cardiaca ante la competición, Markovic, Vucetic, y Cardinale (2008) incluyeron siete mujeres [22,9 (3,5) años de edad] pertenecientes a la Selección Nacional de Croacia, cuatro de las cuales obtuvieron medallas en campeonatos europeos y mundiales en los últimos tres años; todas las participantes habían entrenado por al menos los últimos ocho años. El estudio fue desarrollado durante el Campeonato Nacional de Croacia. Veinte minutos antes de la competición se le pidió a las participantes que se sentaran durante cinco minutos para medirles su frecuencia cardiaca en reposo, durante la competición un monitor cardiaco envió registros de la frecuencia cardiaca con intervalos de cinco segundos para ser promediados y establecer los parámetros en los distintos *rounds*. Como era de esperar, en los valores de reposo [91,6 (9,9) latidos \* min<sup>-1</sup>], se presentó un aumento significativo ( $p < ,01$ ) respecto al inicio de la competición [144,1 (13,69) lat. min<sup>-1</sup>]. Durante todo el combate los valores de frecuencia cardiaca se mantuvieron elevados: primer *round* 181,7 (5,4) latidos \* min<sup>-1</sup>, segundo *round* 190,4 (3,1) latidos \* min<sup>-1</sup> y tercer *round* 92,8 (3,0) latidos \* min<sup>-1</sup>. Luego de tres minutos de descanso los valores de frecuencia cardiaca habían descendido significativamente a 115,7 (5,3) latidos \* min<sup>-1</sup>. La frecuencia cardiaca expresada en valores máximos promedio se mantuvo en 91,7% (2,6).

Bridge, Jones, y Drust (2009) se propusieron analizar el mismo objetivo de estudio en su investigación. En esta situación participaron ocho hombres adultos de la Selección Británica de Taekwondo que tomaron parte en el Campeonato Abierto de Suecia. En ese evento también se emplearon tres *rounds* de dos minutos, más en esta ocasión el descanso fue de 30 segundos y la recuperación se midió a los dos minutos de finalizado el combate. Los resultados mantuvieron una similar tendencia: aumento significativo ( $p < 0,05$ ) de los valores iniciales [123

(6) latidos  $\cdot \text{min}^{-1}$ ] con respecto al inicio del primer *round* [175 (15) latidos  $\cdot \text{min}^{-1}$ ], manteniéndose elevados los valores de frecuencia cardiaca en el segundo [183 (12) latidos  $\cdot \text{min}^{-1}$ ] y tercer *round* [187 (8) latidos  $\cdot \text{min}^{-1}$ ]. No se presentaron diferencias entre las frecuencias cardiacas de los diferentes *rounds* ( $p = 0,75$ ), ni en la recuperación entre *rounds* ( $F_{2,22} = 3,0$ ;  $p = 0,07$ ), en promedio la frecuencia cardiaca máxima entre los diferentes *round* fue de 93% (3).

Chiodo, Tessitore, Cortis, Corrado et al. (2011) se plantearon determinar la intensidad en la cual se desarrolla un combate de taekwondo, con este objetivo analizaron la respuesta de la frecuencia cardiaca máxima de 10 jóvenes adolescentes con una edad promedio de 14 (0) y seis mujeres con una edad promedio de 13 (1), estos participaron en un campeonato oficial juvenil de taekwondo en Italia. La competición se desarrolló en tres *rounds* de dos minutos con un minuto de descanso entre *rounds*. Según el análisis efectuado los jóvenes pasaron un 65,4 (24.2)% del tiempo, trabajando a un nivel superior del 95% de la frecuencia cardiaca máxima, 16% entre el 85 y el 89%, un 4,1% entre el 80 y el 84% y un 15,6% por debajo del 80% de la frecuencia cardiaca máxima. Se establecieron diferencias  $F_{(4,48)} = 3,23$ ;  $p < 0,02$  entre las intensidades, específicamente entre el periodo, trabajado al 80% y 84% y cuando se combatía por encima de 90% de la frecuencia cardiaca máxima.

Por su parte, Bouhleb et al. (2006) efectuaron un análisis adicional al estudiar la relación de la respuesta cardiaca en situación de combate y en una sesión de entrenamiento. Los sujetos del estudio fueron ocho hombres representantes del Equipo Nacional Mayor de Túnez. Con el objetivo de tener un parámetro del metabolismo aláctico, láctico y aeróbico, se midió la frecuencia cardiaca y el lactato sanguíneo a los participantes, cuando ejecutaron la máxima cantidad de patadas en 10 segundos, un minuto y tres minutos. Así bien, se realizaron las mismas mediciones, simulando una competición de tres *rounds* de tres minutos cada uno. Durante la competición la frecuencia cardiaca se incrementó de manera significativa ( $F = 19,4$ ,  $p < 0,001$ ), pasando de 54 (3) latidos  $\cdot \text{min}^{-1}$  en condición de reposo a 199 (3) latidos  $\cdot \text{min}^{-1}$  al final del tercer *round*. La frecuencia cardiaca máxima monitoreada al final de la competición se correlacionó significativamente con la frecuencia cardiaca máxima medida a los 10 segundos ( $r = 0,85$ ,  $p < 0,05$ ), y a los tres minutos ( $r = 0,95$ ,  $p < 0,01$ ) el coeficiente de correlación que se refiere a la medición realizada con respecto a la capacidad de pateo en un minuto no fue significativo ( $r = 0,39$ ).

Matsushigue, Hartmann y Emerson (2009) analizaron la respuesta de la frecuencia cardiaca ante una competición de taekwondo y estudiaron los resultados de acuerdo con el lugar obtenido en la competición. Todos los sujetos participantes eran hombres adultos y fueron clasificados como élite. Aunque los individuos ganadores mostraron una frecuencia cardiaca al inicio del combate ligeramente mayor, ambos grupos presentaron incrementos similares y no se dieron diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ).

Melhim (2001), a diferencia de los anteriores autores, analizó el cambio en la frecuencia cardiaca como adaptación a un entrenamiento desarrollado durante ocho semanas. No encontró diferencias estadísticas en la frecuencia cardiaca en reposo antes [80,0 (6,0) latidos por minuto] respecto al final del programa [77,0 (9,0) latidos por minuto] ( $p > 0,05$ ). La

ausencia de variaciones importantes se podría deber a que únicamente realizaron tres sesiones semanales con énfasis en la ejecución de fundamentos y formas por lo cual el estímulo pudo ser insuficiente.

Bridge, Jones, Hitchen, y Sánchez, (2007) buscaron analizar las repuestas de la frecuencia cardiaca ante la práctica de distintas destrezas del taekwondo. Participaron adultos que competían activamente en torneos en Francia y eventos oficiales a nivel internacional. Los participantes fueron sometidos a un campamento durante cinco días en los que entrenaban dos sesiones diarias con contenidos técnico-tácticos. El registro del monitoreo de la frecuencia cardiaca cada cinco segundos en cuatro de las sesiones de la tarde y dos de las de la mañana, permitió describir que no existió diferencia significativa en las frecuencias cardiacas entre los ejercicios de elasticidad, las prácticas técnicas con ayudante sin contacto y la ejecución de ataques combinados ( $p < 0,05$ ), el rango en la frecuencia cardiaca presentado en estas destrezas se ubicó entre los 127,8 (12,9) latidos \*  $\text{min}^{-1}$  y los 137,4 (18,3) latidos \*  $\text{min}^{-1}$ . No obstante, sí se presentaron diferencias entre los anteriores elementos ( $p < 0,05$ ) y la ejecución de ataques combinados, haciendo contacto con un almohadón (148,0 (15,0) latidos \*  $\text{min}^{-1}$ ), la ejecución de técnica básica y formas (157,6 (24,3) latidos \*  $\text{min}^{-1}$ ), la práctica de situaciones de combate, haciendo contacto en protector del oponente (160,0 (17,40) latidos \*  $\text{min}^{-1}$ ) y el combate libre (160,6 (15,3) latidos \*  $\text{min}^{-1}$ ).

El estudio desarrollado sobre la respuesta de la frecuencia cardiaca ante la práctica del taekwondo permite caracterizar esta disciplina como una actividad intensa que implica un importante trabajo cardiovascular. Aunque la cantidad de estudios elaborados es variada, no existe evidencia que sugiera la posibilidad de que la práctica del taekwondo pudiera resultar en algún tipo de adaptación que generase respuestas en la frecuencia cardiaca distintas según el sexo, la edad o el proceso de entrenamiento. Ver resumen en tabla N.º 2.

Tabla 2

*Respuesta de la frecuencia cardiaca según población ante distintos estímulos.*

Estudio	Parámetro	Población	Frecuencia cardiaca máxima (latidos * $\text{min}^{-1}$ )
Pieter et al. (1990)	Sesión formas	Hombre adulto recreativo	158,5
	Destrezas pateo	Hombre adulto recreativo	182,5
	Destrezas Pateo y golpe	Hombre adulto recreativo	180,8
Glass et al. (2002)	Sesión TKD	Hombre élite	160,0 (14,7)
		Mujer élite	154,8 (22)
Erie et al. (2007)	Prueba $\text{VO}_2$ máx.	Hombre adolescente recreativo	188,88 (4,94)
		Mujer adolescente Recreativa	182,75 (4,77)
		Hombre adolescente recreativo	195,71 (6,30)
Noorul et al. (2008)	Prueba $\text{VO}_2$ máx.	Hombre adolescente recreativo	195,71 (6,30)

		Mujer adolescente Recreativa	182,22 (8,27)
Markovi et al. (2005)	Prueba VO <sub>2</sub> máx.	Mujer élite medallista	166,8 (6,8)
		Mujer élite no medallista	171,0 (8)

Las distintas investigaciones que se han enfocado en analizar la respuesta de la frecuencia cardiaca al participar en una competición de taekwondo han sido consistentes al reportar un aumento marcado y sostenido durante todo el combate. Las diferencias en la frecuencia cardiaca previa y final observada en los diferentes estudios se atribuyen a los diversos momentos escogidos en las metodologías empleadas para medir esta variable y a que el reglamento de competición establece la posibilidad de modificar la duración de los rounds en ciertas competencias, sin embargo al dejar de lado estos aspectos, existe una constante en el aumento durante la competición, la cual, tomando en cuenta la edad de las personas participantes en los estudios, estaría siendo superior al 85% de la frecuencia cardiaca máxima. Ver tabla N°3.

Tabla 3

*Respuesta de la frecuencia cardiaca según población en combate.*

Estudio	Población	Frecuencia cardiaca previa (lat * min <sup>-1</sup> )	Frecuencia cardiaca 1° round (lat * min <sup>-1</sup> )	Frecuencia cardiaca 2° round (lat * min <sup>-1</sup> )	Frecuencia cardiaca 3° round (lat * min <sup>-1</sup> )
Markovic et al. (2008)	Mujeres élite	91,6 (9,9)	181,7 (5,4)	190,4 (3,1)	192,8 (3)
Bridge et al. (2009)	Hombres élite	123 (6)	175 (15)	183 (12)	187 (8)
Bouhleb et al. (2006)	Hombres élite	54 (3)			199
Matsushige et al. (2009)	Hombre élite exitoso	119 (20)			181 (11)
	Hombre élite no exitoso	106 (30)			185 (7)
Bridge et al. (2013)	Hombres élite	136 (13)	185 (7)	189 (8)	190 (9)

No existe evidencia de posibles adaptaciones en la frecuencia cardiaca producto del entrenamiento del taekwondo, hasta el momento los estudios se han enfocado en analizar las respuestas agudas ante la ejecución de una sesión de práctica, o bien ante la participación en una competición. Se requiere el diseño y ejecución de investigación que analice las características de posibles adaptaciones crónicas en la frecuencia cardiaca producto de la práctica de taekwondo.

Las características de la competición no difieren entre hombres y mujeres, adolescentes o adultos, razón por la cual las respuestas en la frecuencia cardiaca son similares entre poblaciones.

## Lactato

Con el objetivo de caracterizar y definir metodologías de preparación, diferentes autores se han dado a la tarea de analizar la respuesta fisiológica del organismo al practicar taekwondo en relación con la producción de lactato. Dicha área de estudio es relativamente nueva por lo que no hay numerosos estudios, sí dos tipos de proyectos, los que comparan la producción de lactato al ejecutar destrezas propias del entrenamiento de taekwondo y los que buscan realizar los análisis en situación de competición deportiva.

Obmiński, Karpilowski y Wiśniewska (2010) sometieron a 6 mujeres y 15 hombres (20 a 26 años de edad) atletas polacos de taekwondo, a una sesión en la que debían ejecutar acciones durante tres *rounds* de tres minutos, en los cuales, de acuerdo con el grupo al que fueron aleatorizados, efectuaban secuencias de técnicas de pateo a baja o a alta intensidad. No se encontraron diferencias en la producción de lactato entre los sexos al realizar ejercicio a baja intensidad ( $p > 0,05$ ). Antes de iniciar el primer *round* la producción de lactato fue de entre  $1,2 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  en las mujeres y  $1,8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  en hombres, al finalizar el tercer *round* el cambio fue de  $2,8$  y  $3,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  respectivamente. En la situación de trabajo a alta intensidad aunque no se reportan los promedios al finalizar la prueba, se evidenció un aumento importante en el lactato, después del calentamiento el rango del lactato entre los distintos participantes fue entre  $1,8$  y  $3,1 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ , al finalizar el tercer *round* se reportó  $7,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  para la única participante en esta modalidad y resultados entre  $9,9$  y  $18,6 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  para los diferentes hombres.

da Mota et al. (2011) analizaron dos pruebas específicas de taekwondo con el objetivo de determinar la intensidad del umbral de lactato. A los 10 hombres participantes se les pidió que ejecutaran la patada circular con el empeine a un almohadón ubicado a la altura del abdomen; el umbral de lactato se determinó inspeccionando visualmente la curva de lactato según el momento en el cual se da un incremento abrupto y sostenido en la relación trabajo y lactato. Todos los sujetos realizaron los dos tipos de prueba, la primera era una prueba incremental (PI), en la cual se daban etapas de dos minutos, con intervalos de un minuto para tomar las muestras. Al inicio daban 15 patadas por minuto, posteriormente se incrementaba 15 patadas en cada etapa hasta que el individuo no aguantara el ritmo. En la segunda prueba, denominada de lactato mínimo (LM), se iniciaba el primer minuto pateando al máximo esfuerzo, se daba una recuperación pasiva de entre siete y ocho minutos y luego se empezaba la prueba incremental. No se encontraron diferencias ( $p > 0,05$ ) en el umbral de lactato obtenido mediante la prueba incremental y el método de lactato mínimo, tampoco se presentaron diferencias ( $p > 0,05$ ) en la frecuencia cardiaca pico (PI =  $189,7$  (8,0), LM =  $190,4$  (12,5), la máxima cantidad de patadas ejecutadas (PI =  $60$  (17,3) LM =  $71,2$  (10,6) patadas  $\cdot \text{min}^{-1}$ ) y el número de patadas

correspondiente al umbral de lactato entre ambos métodos (PI = 102 (6,3) patadas, LM = 99,4 (7,8) patadas) con lo que se corrobora la efectividad de las dos pruebas.

Cuando se ha perseguido el objetivo de analizar la respuesta del lactato en situación de competición todos los estudios se realizaron empleando competidores de nivel internacional. Pilz et al. (2010) fueron los únicos que analizaron población adolescente, comparando los resultados por género y Bouhleb et al. (2006), decidieron realizar sus investigaciones, simulando el contexto de un evento.

Por su parte, los estudios de Matsushigue et al. (2009), Bridge et al. (2009), Bridge et al. (2013) y Markovic et al. (2008), organizaron sus respectivos protocolos para efectuar las mediciones durante competiciones oficiales. En la tabla N° 4 se aprecian los niveles de lactato sanguíneo reportados en los diferentes estudios.

Tabla 4

*Niveles de lactato sanguíneo Pre test y Pos test según estudios*

	Población	Tipo competición	Lactato pre combate mmol · L <sup>-1</sup>	Lactato post combate mmol · L <sup>-1</sup>
Pilz-Burstein et al. (2010)	Hombres adolescentes	Simulada	4,4	7,2*
Pilz-Burstein et al. (2010)	Mujeres adolescentes	Simulada	4,6	8,7*
Bouhleb et al. (2006)	Hombres adultos	Simulada	1,6 (0,2)	10,2 (1,2)*
Diniz, Bertuzzi, Dourado, Ferreira y Franchini(2011)	Hombres adultos	Simulada	4,2 (0,7)	7,0 (1,5)
Markovic et al. (2008)	Hombres adultos	Oficial	0,9 (0,2) (descanso)	11,7 (1,8)*
Matsushigue et al. (2009)	Mujeres adultas	Oficial	3,1 (2,7)	7,5 (3,8)*
Bridge et al. (2009)	Hombres adultos	Oficial	2,7 (0,6)	11,9 (2,1)*
Bridge et al. (2013)	Hombres adultos	Oficial	2,6 (0,9)	12,2 (4,6)

\*(p < 0,05)

Según los diferentes reportes de investigación, se sostiene que la competición de taekwondo presenta un incremento moderado en los niveles de lactato sanguíneo. Esta característica se presentaría principalmente por una mayor contribución del metabolismo aláctico en la ejecución de las destrezas competitivas.

La variabilidad reportada por los autores se puede atribuir a las distintas situaciones que tácticamente se presentan durante un combate, ocasionando que este sea más o menos exigente energéticamente.

## Conclusiones

De acuerdo con la cantidad y características de la información empírica desarrollada hasta el momento, no existe suficiente evidencia que permita establecer tendencias sobre el volumen e intensidad de cargas de trabajo más adecuadas para guiar el proceso de entrenamiento de un practicante de taekwondo, ya sea con fines competitivos o de salud.

La evidencia reportada científicamente no sugiere la existencia de elementos que hagan suponer que las respuestas o adaptaciones experimentadas según el sexo y la edad impliquen alguna limitante en los beneficios recibidos por parte de las distintas poblaciones al entrenar taekwondo conjuntamente. Al administrar el estímulo adecuado, jóvenes y adultos de ambos sexos se ven beneficiados de manera similar.

Si se respeta el principio de individualidad que implica la aplicación de cargas diferenciadas, atendiendo las características propias de cada deportista (elemento a aplicar indistintamente de la población), se respalda la posibilidad de unificar el proceso de preparación de hombres y mujeres, ya sean estos adultos o adolescentes.

El taekwondo es un deporte que requiere de preparación física importante para lograr un buen desempeño deportivo; según los diferentes hallazgos se requiere de un importante desarrollo de la fuerza, especialmente la de tipo explosiva, las adaptaciones cardiovasculares consecuentes a un mejor aprovechamiento del oxígeno por el organismo son características que un atleta de taekwondo debe desarrollar; sin embargo, se debe tener en cuenta que no es indispensable un alto volumen de  $VO_2$  máx. ya que este no pareciera garantizar un buen rendimiento. De acuerdo con las características de la disciplina, el metabolismo aláctico representa la principal fuente proveedora de energía durante la competición, por lo tanto debe ser una de las prioridades al definir las direcciones del entrenamiento.

Existen debilidades metodológicas en los diferentes estudios en procura de establecer relaciones de causa y efecto sobre las adaptaciones fisiológicas. La mayor prevalencia de estudios descriptivos sobre los diseños experimentales ha sido la responsable de esta situación.

## 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. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(10), 2752–2763. [doi: 10.1519/JSC.0b013e31820d9f3f](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31820d9f3f)

- Balsalobre-Fernández, C., Campo-Vecino, J., Tejero-González, C., & Alonso-Curiel, D. (2012). Relación entre potencia máxima, fuerza máxima, salto vertical y sprint de 30 metros en atletas cuatrocentistas de alto rendimiento. *Apunts: Educación Física y Deportes*, (108), 63-69. Disponible en <http://www.revista-apunts.com/es/hemeroteca?article=1543>
- Bridge, C. A., Jones, M. A., & Drust, B. (diciembre, 2009). Physiological responses and perceived exertion during international taekwondo competition. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 4(4), 485-493. Disponible en <http://journals.humankinetics.com/ijspp-back-issues/IJSPPVolume4Issue4December/PhysiologicalResponsesandPerceivedExertionDuringInternationalTaekwondoCompetition>
- Bridge, C. A., Jones, M. A., Hitchen, P., & Sánchez, X. (agosto, 2007). Heart rate responses to taekwondo training in experienced practitioners. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(3), 718-723. Disponible en [http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2007/08000/Heart\\_Rate\\_Responses\\_to\\_Taekwondo\\_Training\\_in.11.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2007/08000/Heart_Rate_Responses_to_Taekwondo_Training_in.11.aspx)
- Bridge, C.A., McNaughton, L.R., Close, G. L., & Drust, B. (2013). Taekwondo Exercise Protocols do not Recreate the Physiological Responses of Championship Combat. *International Journal of Sport Medicine*, 34(7), 573-581. doi: [org/10.1055/s-0032-1327578](https://doi.org/10.1055/s-0032-1327578)
- Bouhlef, E., Jouini, A., Gmada, N., Nefzi, A., Ben Abdallah, K., y Tabka, Z. (octubre, 2006). Heart rate and blood lactate responses during taekwondo training and competition. *Science & Sports*, 21(5), 285–290. doi:[10.1016/j.scispo.2006.08.003](https://doi.org/10.1016/j.scispo.2006.08.003)
- Cetin, C., Keçeci, A., Erdoğan, A., & Baydar, M. (junio, 2009). Influence of custom-made mouth guards on strength, speed and anaerobic performance of taekwondo athletes. *Dental Traumatology*, 25(3), 272-276. doi: [10.1111/j.1600-9657.2009.00780.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00780.x)
- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Cibelli, G., Lupo, C., Ammendolia, A., . . . Capranica, L. L. (2011). Stress-related hormonal and psychological changes to official youth Taekwondo competitions. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 21(1), 111-119. doi: [10.1111/j.1600-9657.2009.00780.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00780.x)
- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Corrado, L., Ammendolia, A., Iona, T & Capranica, L. (febrero, 2011). Effects of official taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(2), 334–339. doi: [10.1519/JSC.0b013e3182027288](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182027288)
- Cota-Guajardo, S. (Julio, 2013). *Evaluation of taekwondo's scientific activity through a bibliometric analysis*. Trabajo presentado en The 4th International Symposium for Taekwondo Studies, Puebla, México.
- da Mota, G. R., Magalhães, C. G., de Azevedo, P. M. S. M., Ide, B. N., Lopes, C. R., Castardeli, E., . . . Baldissera, V. V. (2011). Lactate threshold in taekwondo through specific tests. *Journal of Exercise Physiology Online*, 14(3), 60-66. Disponible en <http://www.asep.org/asep/asep/daMOTAJEPonlineJune2011.pdf>
- Diniz, F. A., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Ferreira, V. G., & Franchini, E. F. (abril, 2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European Journal Of Applied Physiology*, 112(4), 1221-1228. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007/s00421-011-2071-4>
- Erie, Z. Z., Aiwa, N. N., & Pieter, W. W. (2007). Profiling of physical fitness of Malaysian recreational adolescent taekwondo practitioners. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 2 (4) 12, 230-240.
- Gajewski, J. J., Buško, K. K., Mazur, J. J., & Michalski, R. R. (2011). Application of allometry for determination of strength profile in young female athletes from different sports. *Biology of Sport*, 28(4), 239-243. doi: [10.5604/965479](https://doi.org/10.5604/965479)

- Ghorbanzadeh, B., Mündroğlu, S., Akalan, C., Khodadadi, M., Kirazci, S., & Şahin, M. (2011). Determination of taekwondo national team selection criterions by measuring physical and physiological parameters. *Annals Of Biological Research*, 2(6), 184-197. Disponible en <http://scholarsresearchlibrary.com/ABR-vol2-iss6/ABR-2011-2-6-184-197.pdf>
- Glass, S. C., Reeg, E. A., & Bierma, J. L. (noviembre, 2002). Caloric cost of martial arts training in novice participants. *Journal of Exercise Physiology Online*, 5(4), 29-34. Disponible en <http://www.asep.org/asep/asep/Glass.pdf>
- Haddad, M., Chaouachi, A., Wong, D. P., Castagna, C., & Chamari, K. (2011). Heart rate responses and training load during nonspecific and specific aerobic training in adolescent taekwondo athletes. *Journal of Human Kinetics*, 29, 59-66. Disponible en <http://www.johk.pl/files/7a.pdf>
- Hyun-Bae, K., Stebbins, C. L., Joo-Hee, C., & Jong-Kook, S. (2011). Taekwondo training and fitness in female adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 29(2), 133-138. doi: [10.1080/02640414.2010.525519](https://doi.org/10.1080/02640414.2010.525519)
- Matsushigue, K., Hartmann, K., & Emerson, F. (julio, 2009) Taekwondo: physiological responses and match analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1112–1117. doi: [10.1519/JSC.0b013e3181a3c597](https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3c597)
- Marković, G., Misigoj-Duraković, M., & Trninic, S. (2005). Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. *Collegium Antropologicum*, 29(1), 93–99. Disponible en <http://hrcak.srce.hr/file/7992>
- Markovic, G., Vucetic, V., & Cardinale M. (2008). Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite women performers. *Biology of Sport*, 25(2), 135-146. Disponible en <http://biolsport.com/fulltxt.php?ICID=890328>
- Melhim, A. F. (agosto, 2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do. *British Journal of Sports Medicine*, 35(4), 231-234. doi: [10.1136/bjbm.35.4.231](https://doi.org/10.1136/bjbm.35.4.231)
- Noorul, H. R., Pieter, W., & Erie, Z. Z. (2008). Physical fitness of recreational adolescent taekwondo athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 2(4), 230-240. Disponible en [http://brjb.com.br/files/brjb\\_49\\_2200812\\_id2.pdf](http://brjb.com.br/files/brjb_49_2200812_id2.pdf)
- Obmiński, Z., Karpilowski, B., & Wiśniewska, K (2010) Blood indices and psychomotor skills demonstrated by elite male and female taekwondo performers during laboratory tasks of various intensity. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 1(2), 31-36. Disponible en <http://www.combatsports.edu.pl/fulltxt.php?ICID=1047034>
- Pieter W. (1991). Performance Characteristics of Elite Taekwondo Athletes. *Korean Journal of Sports Science*, 3(1), 94-117. Disponible en <http://www.sports.re.kr/img/ico/acrobat.gif>
- Pieter, W., Taaffe, D., & Heijmans J. (1990). Heart rate response to taekwondo forms and technique combinations. A pilot study. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 30(1), 97-102.
- Pilz-Burstein, R., Ashkenazi, Y. Y., Yaakovovitz, Y. Y., Cohen, Y. Y., Zigel, L., Nemet, D., & Eliakim, A. (diciembre, 2010). Hormonal response to Taekwondo fighting simulation in elite adolescent athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 110(6), 1283-1290. doi: [10.1007/s00421-010-1612-6](https://doi.org/10.1007/s00421-010-1612-6)
- Sanioglu, A., Ergun, S., Erkmen, N., Taskin, H., Goktepe, A., & Kaplan, T. (2009). The effect of ankle taping on isokinetic strength and vertical jumping performance in elite taekwondo athletes. *Isokinetics & Exercise Science*, 17(2), 73-78. doi [10.3233/IES-2009-0336](https://doi.org/10.3233/IES-2009-0336)
- Toskovic, N. N., Blessing, D., & Williford, H. N. (mayo, 2002). The effect of experience and gender on cardiovascular and metabolic responses with dynamic Tae Kwon Do exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(2), 278-285. Disponible en [http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2002/05000/The\\_Effect\\_of\\_Experience\\_and\\_Gender\\_on.17.aspx](http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/2002/05000/The_Effect_of_Experience_and_Gender_on.17.aspx)

Toskovic, N. N., Blessing, D. D., & Williford, H. N. (junio, 2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced taekwondo practitioners. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 164-172. Disponible en <http://www.minervamedica.it/en/journals/sports-med-physical-fitness/article.php?cod=R40Y2004N02A0164>



Esta obra está bajo una

[Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Costa Rica.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/cr/)