

## **Máster en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte**

### **TRABAJO FIN DE MASTER**

# **Características físicas y fisiológicas de los peleadores de kickboxing: revisión sistemática**

**Imanol Morante Sainz**

Vitoria-Gasteiz, junio 2022

REVISIÓN SISTEMÁTICA

**Características físicas y fisiológicas de los peleadores de kickboxing: revisión sistemática**

## Resumen

El *kickboxing* es un deporte de combate en el que los peleadores pueden lanzar golpes con manos, rodillas, tibias y pies. Se trata de un deporte intermitente de alta intensidad, acíclico, que requiere unas buenas capacidades físicas. El objetivo de esta revisión sistemática fue analizar la literatura científica actual para determinar las características físicas y fisiológicas de los peleadores de *kickboxing*. Para ello se realizaron búsquedas de artículos científicos en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: 1) deporte: *kickboxing* o *thai boxing*, 2) acceso a texto completo, 3) idioma: inglés o castellano, 4) características de los participantes: competidores amateur y profesionales o más de 1,5 años de experiencia y 5) edad comprendida entre los 16 y 35 años. Un total de 28 estudios fueron incluidos en esta revisión. Los peleadores de *kickboxing* son unos deportistas con un buen desarrollo muscular y con un porcentaje de grasa bajo. A su vez, son atletas con una capacidad anaeróbica muy alta, una buena capacidad aeróbica y que son capaces de generar valores de fuerza muy altos en las diferentes técnicas de golpeo. Del mismo modo, obtienen buenos resultados en test de fuerza máximos, dinamometría isocinética, test de fuerza explosiva y fuerza resistencia.

*Palabras clave:* artes marciales, rendimiento, antropometría, lactato

\* Trabajo realizado conforme al formato exigido por la revista “*Journal of Sports Sciences*”

## Introducción

El *kickboxing* es un deporte de combate moderno en el que los peleadores se pueden lanzar mutuamente golpes con manos, codos, rodillas, tibias y pies. Dentro de los deportes de combate se localiza en los deportes de golpeo (Slimani et al., 2017a). Existen diversos estilos de *kickboxing* que han evolucionado de manera diferente como son el *thai boxing* (del tailandés “*muay thai*”), el *kickboxing* japonés, el Savate francés y el *kickboxing* con reglas americanas o europeas (Buse, 2009).

Un combate de *kickboxing* consta de 2 a 10 asaltos de 2 o 3 minutos cada uno y con un descanso de 1 minuto entre asaltos. El número de asaltos y la duración de estos dependen del nivel de competición; amateur y profesional. En amateur los asaltos son de 2 minutos y el combate puede constar como máximo de 9 asaltos. En cambio, en categoría profesional los asaltos son de 3 minutos y con un máximo de 10 asaltos (ISKA, 2017, 2019).

En cuanto al resultado del combate, en todas las peleas participan 3 jueces que evalúan y califican a los contendientes con el sistema de puntuación de 10 puntos. El ganador de cada asalto recibe 10 puntos, mientras que el perdedor recibe 9, 8 o 7 puntos dependiendo de la superioridad mostrada por el rival (clara superioridad o *knockdowns*) o en caso de existir faltas reglamentarias. En caso de empate, el asalto se puntúa como 10/10 (ISKA, 2017, 2019).

Por otro lado, como en la mayoría de los deportes de combate, los peleadores compiten en categorías definidas por la edad, el sexo y la masa corporal (Reale et al., 2017). En las competiciones internacionales, las categorías de edad se diferencian en *junior* (16-18 años), *senior* (19-40 años) y veteranos (41-50 años). En la competición femenina existen 6 categorías de peso, desde < 48 a >70 kg y en la masculina 12 categorías, desde < 51 a > 91 kg (WAKO, 2020).

En cuanto a las características propias del *kickboxing* se trata un deporte intermitente de alta intensidad, acíclico, que requiere de habilidades complejas y buena preparación táctica para conseguir el éxito (Buse, 2009). Analizando las acciones que se dan en un combate de esta disciplina deportiva, se puede observar que el ratio de trabajo-descanso es de 1:1,5 a 1:2 y el ratio de acciones de alta intensidad-descanso es de 1:6 (Ouergui et al., 2021; Slimani et al., 2017b).

Para poder realizar esas acciones de alta intensidad de forma repetida, los peleadores de *kickboxing* o *kickboxers* desarrollan sus capacidades físicas y fisiológicas, destacando el metabolismo anaeróbico y la potencia muscular (Ouergui et al., 2021; Rydzik et al., 2021). Diferentes estudios han analizado las variables fisiológicas de los peleadores durante los combates y han observado que los combates los peleadores llegan a alcanzar frecuencias cardiacas (HR) máximas de  $188 \pm 8$  o  $185 \pm 3$  pulsaciones por minuto (ppm) y valores de lactato máximos (La) de  $14 \pm 1,8$  o  $14,6 \pm 1,9$  mmol/L (Ouergui et al., 2015; Rydzik et al., 2021).

A su vez, en el estudio de Ouergui et al. (2015), los peleadores, al final de cada asalto comunicaron un índice de esfuerzo percibido (RPE) en la escala de Borg CR-10 (Borg, 1998), destacando el obtenido al final del tercer asalto con un resultado de  $9 \pm 0,7$ . De forma similar, en el estudio de Ouergui et al. (2014) obtuvieron resultados similares utilizando la escala 6-20 (Borg, 1998), donde los *kickboxers* comunicaron un RPE de  $16 \pm 2$  al final del tercer asalto.

Aparte de los estudios que analizan las demandas fisiológicas propias de los combates de kickboxing, existen estudios que han utilizado test más clásicos o generales para analizar las características físicas y fisiológicas de los *kickboxers* como son los diferentes tipos de saltos, la antropometría, los test de fuerza, las pruebas de esfuerzo incrementales y el test de Wingate entre otros (Burdukiewicz, 2018; Maly et al., 2017; Ouergui et al., 2016; Silva et al., 2014; Slimani, Taylor, et al., 2017)

Todo lo anterior parece mostrar que la condición física es uno de los aspectos más importantes en este deporte. Es por ello que el objetivo de esta revisión sistemática es analizar las características físicas y fisiológicas de los peleadores de *kickboxing*.

## **Método**

### **Búsqueda**

Esta revisión sistemática fue realizada siguiendo las directrices PRISMA (Moher et al., 2010). Para encontrar los artículos originales publicados en revistas revisadas por pares se utilizaron las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science. Se realizaron búsquedas hasta el 15 de junio de 2022 utilizando la estrategia PICO formando la siguiente combinación: *kickbox\** AND (performance OR physiology OR vo2 OR aerobic OR anaerobic OR strength OR power OR "range of motion" OR flexibility OR anthropometry OR "body composition"). La búsqueda se limitó a artículos escritos en inglés.

### **Proceso de inclusión y exclusión**

Se establecieron estos criterios de inclusión: 1) deporte: *kickboxing* o *thai boxing*, 2) acceso a texto completo, 3) idioma: inglés o castellano, 4) características de los participantes: competidores amateur y profesionales o más de 1.5 años de experiencia y 5) edad comprendida entre los 16 y 35 años. Los criterios de exclusión fueron los siguientes: 1) no cumplir algún criterio de inclusión, 2) variables no relacionadas con el tema, 3) artículos de revisión, 4) los participantes lesionados al inicio del estudio o durante el desarrollo del mismo, 5) haber realizado ejercicio físico intenso en las 24 horas previas a la ejecución de las pruebas propuestas, 6) estudios descriptivos que no ofrecen información precisa sobre la metodología empleada o resultados obtenidos.

En la estrategia de búsqueda, se evaluaron el título y resumen de forma independiente. En el caso de que el resumen no proporcionara información suficiente, el artículo se seleccionó para leerlo a texto completo. Todas las búsquedas fueron realizadas por I.M. asesorado por J.C. Los resultados de las búsquedas fueron volcados al *software* Rayyan (Ouzzani et al., 2016) donde se eliminaron los artículos duplicados. Basándose en los criterios mencionados en el anterior párrafo, se realizó un primer cribado analizando el título y un segundo cribado evaluando el resumen. Los artículos que pasaron ambos filtros fueron seleccionados para la lectura de texto completo. La elegibilidad de los textos completos fue valorada por I.M. y cualquier tipo de duda o problema fue discutida y resuelta junto a J.C.

### **Calidad Científica**

Tras el proceso de inclusión, para evaluar la calidad científica de los artículos seleccionados se utilizó la escala de PEDro y los niveles de evidencia de Oxford. La escala PEDro es una herramienta diseñada para evaluar la calidad metodológica o rigor científico de los diseños clínicos. Se basa en 11 ítems y se otorga un punto si el artículo cumple con el

criterio, salvo el criterio 1 que no se utilizó para el cálculo de la puntuación (de Morton, 2009). Teniendo en cuenta que en el caso de los estudios de intervención en la actividad física es imposible cegar a los participantes o al investigador que está supervisando el ejercicio y que el evaluador no suele estar cegado, los ítems referentes al cegado del 5 al 7 se han eliminado de la escala (Baz-Valle et al., 2021). Es por ello, que tras quitar los criterios mencionados nos quedamos con una escala que varía del 0 al 7.

En cuanto a los niveles de evidencia de Oxford, valoran la evidencia según la temática y el tipo de estudio, a la vez que la evidencia de acuerdo al mejor diseño para cada ámbito clínico. El nivel de evidencia de Oxford varía del 1 al 5, siendo las revisiones sistemáticas de estudios aleatorizados y controlados y 5 opiniones de expertos en la materia (OCEBM Levels of Evidence Working Group, 2011).

## Resultados

### Estudios seleccionados

Como se puede ver en la Figura 1 al aplicar la estrategia de búsqueda se encontraron 480 artículos. Tras eliminar 203 duplicados y realizar el primer cribado, 54 estudios fueron seleccionados para la lectura del texto completo de los que 28 cumplieron los criterios de inclusión.

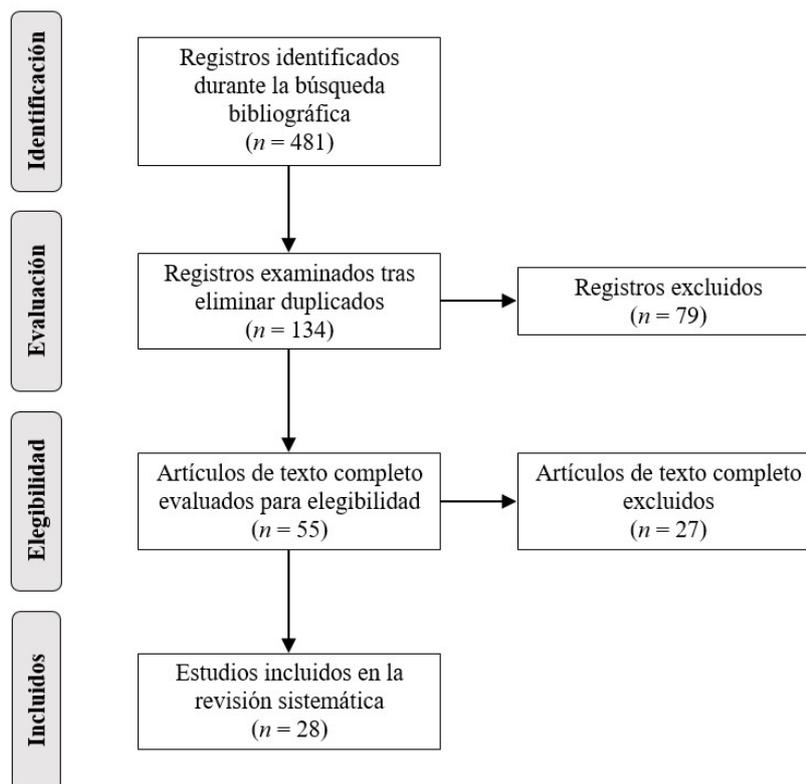


Figura 1: Diagrama de flujo (PRISMA)

### Nivel de evidencia y calidad de los estudios

Según los niveles de evidencia de Oxford los 28 estudios seleccionados obtuvieron una puntuación de 1b y 2c, por lo que se tratan de estudios de grado de recomendación A y B. En cuanto a la escala PEDro, los estudios obtuvieron una puntuación de  $5,5 \pm 0,92$  (Tabla X)

## Características físicas y fisiológicas de los peleadores de kickboxing

### *Antropometría*

En la Tabla 1 podemos observar las características antropométricas de los *kickboxers*. Se trata de una población con un IMC entre 22 y 24,4 de media, por lo que se sitúan en la zona alta de los valores normales. Respecto al porcentaje de grasa (BF %) estos peleadores oscilan entre valores de 8,1 y 12,6 %, salvo en el estudio de Burdukiewicz 2018 que llegó a ser de 19,3 %, es decir, superior a la observada en el resto de estudios. En lo que se refiere al método para obtener el porcentaje de grasa, vemos que el método más común es la bioimpedancia eléctrica (BIA), seguido del sumatorio de pliegues cutáneos. El somatotipo muestra un perfil de deportista mayormente mesomorfo, con valores entre 4,3 y 5,9. Un valor alto de mesomorfía está relacionado con una masa muscular alta. Si observamos los niveles de porcentaje de masa muscular o masa libre de grasa (FFM) que encontramos en otros dos estudios de la tabla coincide con lo anteriormente mencionado, por lo que se trata de atletas con un porcentaje muscular alto.

\*\*\* Insertar Tabla 1 aquí \*\*\*

### *Demandas fisiológicas de los combates de kickboxing*

Existen diversas formas para analizar las cualidades físicas y fisiológicas que debe tener un deportista y una de ellas es medir lo que ocurre durante la propia competición. En este caso, como se puede ver en la Tabla 2, 7 de los estudios han analizado los cambios en ciertos parámetros fisiológicos (VO<sub>2</sub>, HR y lactato) en el desarrollo de un combate.

En el estudio de Crisafulli et al. (2009) encontraron que el consumo de oxígeno máximo (VO<sub>2max</sub>) durante un combate simulado fue de  $44,9 \pm 2,95$  ml/kg/min. En el resto de estudios, se analizaron el lactato, la frecuencia cardíaca y en algunos el RPE. En relación al lactato se ve como los valores en reposo rondan los 2 mmol/L, mientras que los valores después del último asalto llegan a ser de 12,14 a 15,8 mmol/L. Si nos centramos, en los estudios de Ouergui et al. (2014) y Rydzik et al. (2021) se puede observar que 10 y 20 minutos después de la pelea todavía no se han recuperado los valores basales de lactato ( $10,98 \pm 0,33$  y  $5,1 \pm 1,3$  mmol/L, respectivamente).

En cuanto a la HR, los valores basales se encuentran entre 69 y 95 ppm. No obstante, después del último asalto del combate se llegan a alcanzar en la mayoría de casos resultados por encima de 180 ppm. Por último en lo que concierne al RPE los valores que reportan los *kickboxers* están en algunos casos cerca del máximo, 7-9 en la escala de Borg CR-10 y  $16 \pm 2$  en la escala del 6-20.

\*\*\* Insertar Tabla 2 aquí \*\*\*

### *Test específicos de golpes del kickboxing*

Por otro lado, y dejando a un lado los test de fuerza general, existen otro tipo de pruebas para medir la fuerza específica de los peleadores de *kickboxing*. Tratándose de un deporte en el que se lanzan golpes con manos, pies y rodillas una de las metodologías para analizar estos golpes es el uso del análisis cinemático acompañado por células de carga o transductores de fuerza colocados en una superficie fija. De esta manera los *kickboxers* pueden realizar las

técnicas de golpeo teniendo como diana las células de carga. Como se puede ver en la Tabla 3, de los 28 estudios incluidos solo 3 estudios han realizado este tipo de análisis.

En el caso de Gavagan & Sayers (2017) analizaron la patada (*roundhouse*) alta de diferentes artes marciales y vieron que los peleadores de *thai boxing* fueron capaces de generar una fuerza de impacto de  $1400 \pm 419$  N ( $2,08 \pm 0,57$  N/kg) y que la máxima velocidad del pie fue de  $13,24 \pm 2,3$  m/s. En el estudio de Lee & McGill (2017) analizaron tres golpes; el *jab* (recto mano adelantada), el *cross* (recto de la mano atrasada) y el golpe de rodilla. La rodilla es el golpe que más fuerza generó ( $108,8 \pm 1,7$  N/kg), seguido del *cross* ( $61,4 \pm 7,9$  N/kg) y el *jab* ( $42,5 \pm 4,6$  N/kg). En cuanto a la velocidad se cumple el mismo patrón siendo el golpe de rodilla el que mayor velocidad alcanzó, seguido del *cross* y por último, el *jab*.

En el estudio de Halperin et al. (2017) analizaron la fuerza y velocidad que generaban un campeón mundial y un grupo de peleadores *amateur* de *kickboxing*. Los resultados muestran que el golpe más fuerte tanto en el campeón mundial como en los *amateur* fue el gancho de derecha ( $48,8$  y  $46 \pm 1,8$  N/kg respectivamente) y el menos fuerte el *jab* ( $26,3$  y  $24,6 \pm 1,8$  N/kg respectivamente). En cuanto a la velocidad el golpe más lento fue el *jab* para los dos grupos ( $8,3$ - $10$  y  $7,5 \pm 0,3$  respectivamente), pero el más rápido en el caso del campeón mundial fue el gancho de izquierda ( $10,7$ - $13,9$  m/s) y en los *amateur* el gancho de derecha ( $12,6 \pm 0,7$  m/s).

\*\*\* Insertar Tabla 3 aquí \*\*\*

#### Condición aeróbica y consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>)

Según los estudios de la Tabla 4, los valores de VO<sub>2max</sub> de los *kickboxers* varían entre  $47,2$  y  $62,7$  ml/kg/min, por lo tanto se trata de deportistas con una condición aeróbica buena. Hay que destacar que salvo los estudios de Zabukovec y Tiidus (1995) y Crisafulli et al. (2009) en los que se utilizó un analizador de gases y una prueba incremental en cicloergómetro o cinta, en el resto de los estudios se han utilizado test de campo (test de cajón o 20MST) para predecir el VO<sub>2max</sub>, es decir lo estiman, pero sin llegar a medirlo directamente. Si tomamos los datos de esos dos estudios observamos que los valores son de  $48,52$  y  $62,7$  ml/kg/min, perteneciendo este último valor a 4 peleadores profesionales de *kickboxing*.

\*\*\* Insertar Tabla 4 aquí \*\*\*

#### Condición anaeróbica (Test de Wingate)

En esta revisión sistemática, 5 de los estudios han evaluado la condición anaeróbica de los *kickboxers* mediante el test de Wingate, 4 de ellos han medido la potencia de los brazos y 2 de ellos la de las piernas (Tabla 5). En cuanto a los brazos, la potencia máxima (PP) obtenida varía de  $5,6$  a  $7,6$  W/kg y la potencia media (MP) de  $3,6$  a  $5,4$  W/kg. Respecto al test de Wingate para las piernas los valores de PP varían de  $13,1$  a  $18,8$  W/kg, mientras que la MP varía dependiendo del protocolo. En el estudio de Zabukovec & Tiidus (1995) se realizó un Wingate clásico de 30 segundos y los participantes obtuvieron una MP de  $10,5$  W/kg. En cambio, en el estudio de Kishali et al. (2021) realizaron 3 protocolos diferentes uno de 6 s, otro de 10 repeticiones de 6 s y un último de 60 s obteniendo unas medias de MP de  $12,1$  W/kg,  $9,7$  W/kg y  $7,7$  W/kg respectivamente.

\*\*\* Insertar Tabla 5 aquí \*\*\*

## *Saltos (CMJ, SJ, HJ) y MBT*

Los saltos son test válidos para medir la fuerza explosiva de las piernas (Markovic et al., 2004). Es por ello, que muchos de los estudios de esta revisión han utilizado estos test para evaluar a los peleadores de *kickboxing*. Dentro de los tipos de saltos más utilizados se encuentran El salto con contra movimiento (CMJ), el salto horizontal (HJ) y el *squat jump* o SJ (Markovic et al., 2004). Como se puede ver en la Tabla 6, la media del CMJ en esta población varía de 27,7 a 39,3 cm, la del HJ de 201,3 a 208.3 cm y el único valor de SJ es de 28.86 cm.

El lanzamiento de balón medicinal (MBT) es un test que mide la fuerza explosiva de los brazos (Slimani et al., 2017b). La media que han obtenido los *kickboxers* en diferentes estudios en el test MBT tiene un rango de 4,18 a 4,59 m.

\*\*\* Insertar Tabla 6 aquí \*\*\*

## *Test de fuerza*

Como se puede ver en la Tabla 7, dentro de los test de fuerza de los estudios seleccionados en esta revisión sistemática podemos diferenciar dos tipos; por un lado los test realizados con una máquina isocinética o dinamometría y por otro los test realizados con una carga externa fija. En los test realizados en máquinas isocinéticas se puede seleccionar la velocidad a la que se realiza el movimiento y en este caso son: 60, 180 o 300 %/s. Según los resultados de los diferentes estudios a 60°/s los *kickboxers* son capaces de generar entre 220 y 250,5 ± 41,3 N con el cuádriceps y entre 126,8 ± 31,6 y 134,5 ± 29,6 N con los isquiosurales. A 180°/s generan entre 167,6 ± 25,1 y 224 ± 20 N con los cuádriceps y en el caso de los isquiosurales varía entre 80,2 ± 25 y 140 ± 16,9 N.

Si analizamos la fuerza de agarre o presión de la mano de los *kickboxers* se observa que los valores tienen un rango desde 33,9 ± 7,9 kg hasta 56 ± 2.1 kg. Por otro lado, nos encontramos con los test de fuerza máxima o 1RM. En esta revisión se han encontrado dos estudios que analizan el 1RM de los peleadores de *kickboxing* en el *press* de banca y la sentadilla obteniendo valores máximos de 74 ± 7,5 kg para el *press* de banca y 109,4 ± 10,5 kg para la sentadilla.

Por otra parte, existen diferentes test para medir la fuerza resistencia. Contar el número de *crunch* abdominales que el deportista es capaz de hacer en 30 segundos es uno de ellos. En este caso tres estudios han realizado ese test obteniendo valores entre 24,7 ± 3.2 repeticiones y 30,35 ± 5 repeticiones. Asimismo, en la Tabla X podemos ver en número de repeticiones máximas que han logrado hacer los peleadores de *kickboxing* en dominadas y flexiones.

\*\*\* Insertar Tabla 7 aquí \*\*\*

## **Discusión**

El objetivo principal de esta revisión sistemática fue analizar las características físicas y fisiológicas de los peleadores de *kickboxing*. Los resultados muestran que los *kickboxers* son deportistas con un buen nivel de masa muscular y un porcentaje de grasa bajo. Asimismo, poseen una capacidad anaeróbica alta y son capaces de generar niveles de fuerza altos en las técnicas de golpeo.

En cuanto a las características antropométricas, los *kickboxers* son sujetos con un IMC normal (22,2-24,4 kg/m<sup>2</sup>), pero que se ubican en la parte alta de este rango de normalidad (18,5-

24,9 kg/m<sup>2</sup>). Cannataro et al. (2020) y Ljubisavljević et al. (2015) observaron que la masa muscular suponía más de la mitad de la masa corporal de estos atletas ( $52,9 \pm 3 \%$  y  $57,1 \pm 3,9 \%$ , respectivamente). Del mismo modo, en el estudio Mala et al. (2019) encontraron que, de los 80,8 kg de masa corporal, 70,2 kg eran de masa libre de grasa. Estos resultados son similares a los estudios de Burdukiewicz (2018) y Zabukovec & Tiidus (1995) donde observaron que la mesomorfia era el componente con mayor predominancia.

Por otro lado, el porcentaje de masa grasa de los *kickboxers* se encuentra entre un 8,1 y 12,6 % (Mala et al., 2019; Zabukovec & Tiidus, 1995), salvo en uno de los estudios que llegó a ser de un 19,3 % (Burdukiewicz, 2018). En este último estudio el somatotipo muestra un valor bajo de endomorfia, concretamente 2,5, por lo que parece que la bioimpedancia no fue precisa a la hora de medir el porcentaje de masa grasa. Hay que tener en cuenta que la endomorfia se determina mediante una ecuación en la que se tienen en cuenta 3 pliegues cutáneos, los mismos pliegues que utilizó el estudio de Zabukovec & Tiidus (1995) para estimar el porcentaje de masa grasa. En ese trabajo los peleadores de *kickboxing* mostraron un valor de endomorfia de 2,6 y un porcentaje de grasa de 8,1 %.

Las demandas fisiológicas de los combates de *kickboxing* se han analizado en algunos casos (Ouergui et al., 2014, 2015, 2017, 2021; Rydzik et al., 2021; Salci, 2015) mediante combates en los que han monitorizado diferentes parámetros fisiológicos como son, la frecuencia cardiaca, el nivel de lactato en sangre y el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>). El VO<sub>2</sub> y el gasto energético solo se analizó en el estudio de Crisafulli et al. (2009) por las dificultades que dicha monitorización conlleva. Cabe destacar que no se trató de un combate real, sino de un combate simulado en el que los participantes utilizaban un analizador de gases portátil mientras golpeaban unos escudos de brazos que sujetaba el compañero de entrenamiento.

En lactato es el sustrato final de la glucólisis anaeróbica y por ende es un parámetro utilizado para estimar el componente anaeróbico de los diferentes esfuerzos físicos (Chicharro & Vaquero, 2006). En el caso del *kickboxing*, y por las características de este deporte, el lactato se puede medir a nivel basal al final de cada asalto y después del combate. El análisis de la Tabla 2 sugiere que los niveles de lactato máximos se obtienen al finalizar el último asalto y estos oscilan entre 12 y 15,8 mmol/L. Esto parece indicar que el lactato en sangre se va acumulando a lo largo del combate. Asimismo, como muestran los estudios de Ouergui et al. (2014) y Rydzik et al. (2021) los niveles de lactato necesitan de un largo tiempo para recuperarse y tras 10 y 20 minutos de recuperación los niveles no disminuyen al nivel basal.

En cuanto a la frecuencia cardiaca, los valores que obtienen los *kickboxers* durante el combate siguen la misma dinámica que el lactato, hallándose los valores máximos al final del tercer y último asalto. Aunque en la mayoría de los estudios no se muestra la HR<sub>max</sub> de los sujetos, ni valores submaximales de la misma, en el estudio de Ouergui et al. (2021) sí que lo hacen, observando en alguno de los casos llegar al  $87 \pm 5 \%$  de la HR<sub>max</sub> medida en un “*multistage 20-m shuttle run test*”. En el resto de estudios analizados (referencias), los *kickboxers* pueden llegar a alcanzar unos valores medios entre  $182 \pm 4$  y  $188 \pm 8$  ppm.

La escala de esfuerzo percibido (RPE) puede ser utilizada para analizar la carga que supone un combate para el deportista. En los estudios de Ouergui et al. (2015) y Salci (2015) utilizaron una RPE de 0-10. Al igual que con el análisis de lactato y la HR, se observa un patrón ascendente a lo largo de los asaltos, llegando al máximo en el tercer asalto obteniendo resultados de  $9 \pm 0,7$  (Ouergui et al., 2015) y  $7,2 \pm 1,2$  (Salci, 2015). En el estudio de Ouergui

et al. (2014) utilizaron una RPE de 6-20 y los *kickboxers* comunicaron un nivel de esfuerzo de  $16 \pm 2$  al final del tercer asalto.

En referencia al análisis de la fuerza y la velocidad ejercida en los test específicos de golpes de kickboxing, el estudio de Gavagan & Sayers (2017) analizó ciertos parámetros de la patada alta de 8 peleadores elite (Tabla 3). Los autores encontraron que el pico de velocidad del pie en la patada era de 13,24 m/s y que disminuía casi 6 m/s antes del impacto, llegando a ser la velocidad del pie en el impacto de 7,22 m/s. Por otro lado, a pesar de que Lee & McGill (2017) y Halperin et al. (2017) las mismas técnicas de golpeo (*jab* y *cross*) la magnitud de los resultados fueron muy diferentes por lo que es difícil saber cual representa mejor la realidad. Aunque ambos estudios utilizaron células de carga para medir la fuerza, la diferencia (del 72 % en el *jab* y del 66 % en el *cross*) podría deberse a la metodología o al instrumento empleado para recoger los datos. Lo que sí se puede observar es que el *cross* es un golpe más fuerte (44,5-50 %) y rápido (26-39 %) que el *jab* (Halperin et al., 2017; Lee & McGill, 2017).

A su vez, en el estudio de Halperin et al. (2017) se realiza una prueba piloto en un campeón mundial de kickboxing y luego el mismo procedimiento en un grupo de peleadores amateur. Ese estudio muestra que el gancho de izquierda es 8 % más fuerte que el *cross* y que el gancho de derecha es un 15 % más fuerte que el de izquierda. Esto podría deberse a la cantidad de movimiento que el *kickboxer* genera en cada golpe siendo los golpes con la mano de detrás más fuertes tanto en el golpe directo como en el gancho. Siguiendo en esa línea, la cantidad de movimiento podría explicar que en el estudio de Lee & McGill (2017) el golpe de rodilla fuera más fuerte que los golpes lanzados con las manos. En referencia a la velocidad de cada uno de los golpes, ésta es similar relación observada con la fuerza es el mismo mencionado con la fuerza; *jab*, *cross*, gancho de izquierda y gancho de derecha como golpe más rápido Halperin et al. (2017) (pon la diferencia en porcentaje). Sin embargo, el campeón mundial es entre un 2 y 3 % más rápido con su gancho de izquierda que con el de derecha.

Aunque la condición anaeróbica es capacidad importante en estos deportistas, la condición aeróbica también, debido tanto a la carga de entrenamiento así como a la recuperación entre los asaltos de un combate (Buse, 2009). La Tabla 4, muestra una alta capacidad aeróbica de *kickboxers* (medida como consumo de oxígeno máximo) que oscila entre los 47,2 y 62,7 ml/kg/min.

En referencia a la capacidad anaeróbica, otro de los test que se suelen utilizar en la literatura científica es el Wingate. Este puede ser tanto de brazos como de piernas. Los peleadores de *kickboxing* son capaces de generar hasta 7,5 W/kg de potencia máxima y 5,4 W/kg de potencia media con los brazos y 18,8 W/kg de potencia máxima y 10,5 W/kg de potencia media con las piernas.

La fuerza explosiva es una capacidad importante que puede ser medida por ejemplo mediante test de salto o el lanzamiento de balón medicinal (MBT). Salvo en el estudio de Cimadoro et al. (2019), en el resto los *kickboxers* fueron capaces de saltar más de 30 cm siendo el máximo  $39,3 \pm 4,7$  cm (Ouergui et al., 2016). En el caso del salto horizontal, los 3 estudios muestran saltos superiores a los dos metros. En cuanto al MBT, los deportistas son capaces de lanzar el balón a una distancia entre 4,18 y 4,59 m.

Por último, la Tabla 7 muestra los resultados de diversos test de fuerza, tanto isocinéticos, isométricos como dinámicos. Existen diferencias bastante notorias entre algunos

resultados de un mismo test, como por ejemplo las dominadas. Mientras que en el estudio de Ambrozy et al. (2022) los *kickboxers* consiguieron hacer 7 repeticiones, en el estudio de Gençoğlu & Sen (2021) fueron capaces de realizar 33, es decir casi 5 veces más. Al no especificar en el apartado metodológico como había que realizar las dominadas esa diferencia puede deberse a la técnica utilizada para realizarlas.

En el test de flexiones la diferencia viene marcada por el propio test, ya que en el trabajo de Gençoğlu & Sen (2021) las flexiones son normales, mientras que en el estudio de Ambrozy et al. (2022) los *kickboxers* deben realizar flexiones con salto. En cambio, en los test de abdominales en 30 segundos los 3 estudios se encuentran entre 25 y 30 repeticiones. Al analizar la fuerza de presión de la mano, de los 5 estudios que lo miden en 3 de ellos los resultados se encuentran por encima de 50 kg.

### **Conclusiones**

El *kickboxing* es un deporte de combate intermitente, acíclico y de alta intensidad y por lo tanto los peleadores desarrollan unas características físicas y fisiológicas específicas. A nivel antropométrico, se trata de deportistas con un bajo porcentaje graso y nivel alto de masa muscular. Lo que más destaca en los *kickboxers* es la condición anaeróbica y la capacidad de generar, tolerar y utilizar el lactato obteniendo valores muy altos de este compuesto durante los combates. Asimismo, los peleadores de *kickboxing* poseen una buena capacidad aeróbica.

Del mismo modo, son atletas capaces de generar valores de fuerza relativos muy altos en los diferentes golpes específicos de la disciplina deportiva como son los golpes de puños, rodillas y patadas. Estos deportistas también obtienen buenos resultados en test de fuerza máximos, dinamometría isocinética, test de fuerza explosiva (tanto de miembro inferior como superior) y también en test de fuerza resistencia hasta el fallo.

Por todo lo anterior, se podría decir que los *kickboxers* son atletas bastante completos y que requieren de un buen nivel de la mayoría de capacidades físicas, destacando la excelente capacidad anaeróbica y la capacidad de generar fuerza en las técnicas de golpeo específicas del deporte.

### **Declaración de intereses**

Los autores informan que no hay intereses contrapuestos que declarar.

## Referencias

- Ambrozy, T., Rydzik, Ł., Kwiatkowski, A., Spieszny, M., Ambrozy, D., Rejman, A., Koteja, A., Jaszczur-Nowicki, J., Duda, H., & Czarny, W. (2022). Effect of CrossFit Training on Physical Fitness of Kickboxers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijerph19084526>
- Ambrozy, T., Rydzik, Ł., Obmiński, Z., Klimek, A. T., Serafin, N., Litwiniuk, A., Czaja, R., & Czarny, W. (2021). The impact of reduced training activity of elite kickboxers on physical fitness, body build, and performance during competitions. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph18084342>
- Baz-Valle, E., Fontes-Villalba, M., & Santos-Concejero, J. (2021). Total Number of Sets as a Training Volume Quantification Method for Muscle Hypertrophy: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3), 870–878. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002776>
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. In *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human Kinetics.
- Burdukiewicz, A. (2018). Anthropometric Profile of Combat Athletes via Multivariate Analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(11), 1657–1665.
- Buse, G. J. (2009). Combat Sports Medicine. *Combat Sports Medicine*, 331–350. <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-354-5>
- Cannataro, R., Cione, E., Gallelli, L., Marzullo, N., & Bonilla, D. A. (2020). Acute Effects of Supervised MakingWeight on Health Markers, Hormones and Body Composition in Muay Thai Fighters. *Sports*, 8(10), 1–23. <https://doi.org/10.3390/sports8100137>
- Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Ed. Médica Panamericana.
- Cimadoro, G. (2018). Acute neuromuscular, cognitive and physiological responses to a Japanese kickboxing competition in semi-professional fighters. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(12), 1720–1727. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07859-8>
- Cimadoro, G., Mahaffey, R., & Babaut, N. (2019). Acute neuromuscular responses to short and long roundhouse kick striking paces in professional Muay Thai fighters. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, February, 204–209. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08295-6>
- Crisafulli, A., Vitelli, S., Cappai, I., Milia, R., Tocco, F., Melis, F., & Concu, A. (2009). Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 34(2), 143–150. <https://doi.org/10.1139/H09-002>
- de Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129–133. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1)
- Eken, Ö., & Bayer, R. (2021). Acute effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, massage and combine protocols on flexibility, vertical jump and hand grip

- strength performance in kickboxers. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 26(1), 4–12. <https://doi.org/10.15561/26649837.2022.0101>
- Gavagan, C. J., & Sayers, M. G. L. (2017). A biomechanical analysis of the roundhouse kicking technique of expert practitioners: A comparison between the martial arts disciplines of Muay Thai, Karate, and Taekwondo. *PLoS ONE*, 12(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182645>
- Gençoğlu, C., & Sen, I. (2021). Comparison of CrossFit Barbara and classic resistance trainings for the protection of strength performance during off-season in kickboxers. *Isokinetics and Exercise Science*, 29(3), 319–326. <https://doi.org/10.3233/IES-203190>
- Halperin, I., Chapman, D. W., Martin, D. T., Lewthwaite, R., & Wulf, G. (2017). Choices enhance punching performance of competitive kickboxers. *Psychological Research*, 81(5), 1051–1058. <https://doi.org/10.1007/s00426-016-0790-1>
- ISKA. (2017). *Unified rules of professional kickboxing*. <https://www.iskaworldhq.com/wp-content/uploads/2021/12/ISKA-ABC-PROFESIONAL-UNIFIED-RULES-OF-KICKBOXING.pdf>
- ISKA. (2019). *Unified rules of amateur kickboxing*. <https://www.iskaworldhq.com/wp-content/uploads/2021/12/ISKA-ABC-AMATEUR-UNIFIED-RULES-OF-KICKBOXING.pdf>
- Kishali, N. F., Ulupinar, S., & Özbay, S. (2021). Energy system contributions and physiological responses during single and repeated Wingate exercise forms in kickboxers. *Medicina Dello Sport*, 74(2), 223–234. <https://doi.org/10.23736/S0025-7826.21.03808-4>
- Lee, B., & McGill, S. (2017). The effect of core training on distal limb performance during ballistic strike manoeuvres. *Journal of Sports Sciences*, 35(18), 1768–1780. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1236207>
- Ljubisavljević, M., Amanović, Đ., Bunčić, V., & Simić, D. (2015). Differences in morphological characteristics and functional abilities with elite and subelite kick boxers. *Sport Science*, 8(August), 59–64.
- Mala, L., Maly, T., Cabell, L., Cech, P., Hank, M., Coufalova, K., & Zahalka, F. (2019). Body composition and morphological limbs asymmetry in competitors in six martial arts. *International Journal of Morphology*, 37(2), 568–575. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022019000200568>
- Maly, T., Mala, L., Zahalka, F., Hank, M., & Simkova, M. (2017). Muscular strength of knee extensors and flexors and bilateral and ipsilateral ratio in elite male kickboxers. *Archives of Budo*, 13, 107–116.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength And Conditioning Research*, 18(3), 551–555.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery*, 8(5), 336–341. <https://doi.org/10.1016/J.IJSU.2010.02.007>
- OCEBM Levels of Evidence Working Group. (2011). *The Oxford Levels of Evidence 2*. Oxford Centre for Evidence-Based Medicine.

<https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/ocebmllevels-of-evidence>

- Ouergui, I., Benyoussef, A., Houcine, N., Abdelmalek, S., Franchini, E., Gmada, N., Bouhlel, E., & Bouassida, A. (2021). Physiological Responses and Time-Motion Analysis of Kickboxing: Differences Between Full Contact, Light Contact, and Point Fighting Contests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(9), 2558–2563. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003190>
- Ouergui, I., Davis, P., Houcine, N., Marzouki, H., Zaouali, M., Franchini, E., Gmada, N., & Bouhlel, E. (2016). Hormonal, Physiological, and Physical Performance During Simulated Kickboxing Combat: Differences Between Winners and Losers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(4), 425–431. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0052>
- Ouergui, I., Hammouda, O., Chtourou, H., Gmada, N., & Franchini, E. (2014). Effects of recovery type after a kickboxing match on blood lactate and performance in anaerobic tests. *Asian Journal of Sports Medicine*, 5(2), 99–107.
- Ouergui, I., Houcine, N., Marzouki, H., Davis, P., Franchini, E., Gmada, N., & Bouhlel, E. (2017). Physiological responses and time-motion analysis of small combat games in kickboxing: impact of ring size and number of within- round sparring partners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1840–1846.
- Ouergui, I., Houcine, N., Marzouki, H., Davis, P., Zaouali, M., Franchini, E., Gmada, N., & Bouhlel, E. (2015). Development of a Noncontact Kickboxing Circuit Training Protocol That Simulates Elite Male Kickboxing Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3405–3411. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001005>
- Ouzzani, M., Hammady, H., Fedorowicz, Z., & Elmagarmid, A. (2016). Rayyan-a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017). Acute-weight-loss strategies for combat sports and applications to olympic success. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 142–151. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0211>
- Rydzik, Ł., & Ambroży, T. (2021). Physical fitness and the level of technical and tactical training of kickboxers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 1–9. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063088>
- Rydzik, Ł., Maciejczyk, M., Czarny, W., Kędra, A., & Ambroży, T. (2021). Physiological Responses and Bout Analysis in Elite Kickboxers During International K1 Competitions. *Frontiers in Physiology*, 12(July), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.691028>
- Salci, Y. (2015). The metabolic demands and ability to sustain work outputs during kickboxing competitions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15(1), 39–52. <https://doi.org/10.1080/24748668.2015.11868775>
- Silva, G., Cunha, L., Perdigão, T., & Brito, J. (2014). *Physiological and Anthropometric Profile of Portuguese Professional Kickboxers*. <https://doi.org/10.1519/00124278-199511000-00007>
- Slimani, M., Chaabene, H., Miarka, B., & Chamari, K. (2017a). The activity profile of elite

low-kick kickboxing competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), 182–189. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0659>

Slimani, M., Chaabene, H., Miarka, B., Franchini, E., Chamari, K., & Cheour, F. (2017b). Kickboxing review: Anthropometric, psychophysiological and activity profiles and injury epidemiology. *Biology of Sport*, 34(2), 185–196. <https://doi.org/10.5114/biolport.2017.65338>

Slimani, M., Miarka, B., Briki, W., & Cheour, F. (2016). Comparison of mental toughness and power test performances in high-level kickboxers by competitive success. *Asian Journal of Sports Medicine*, 7(2). <https://doi.org/10.5812/asjasm.30840>

Slimani, M., Taylor, L., Baker, J. S., Elleuch, A., Ayedi, F. M., Chamari, K., & Chéour, F. (2017). Effects of mental training on muscular force, hormonal and physiological changes in kickboxers. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(7–8), 1069–1079. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06421-5>

Ulupinar, S., Özbay, S., & Gençoğlu, C. (2020). Counter movement jump and sport specific frequency speed of kick test to discriminate between elite and sub-elite kickboxers. *Acta Gymnica*, 50(4), 141–146. <https://doi.org/10.5507/ag.2020.019>

WAKO. (2020). Kickboxing Rules. *WAKO - World Association of Kickboxing*, 1–188. <http://wako.sport/en/page/rules/32/>

Zabukovec, R., & Tiidus, P. M. (1995). Physiological and anthropometric profile of elite kickboxers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(4), 240–242.

**Tabla 1: Características antropométricas**

Artículo	n y metodología	Edad (años)	BH (cm)	BM (kg)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	BF %	Otros
(Cannataro et al., 2020)	n: 13 peleadores Muay Thai elite Exp: 4.35 ± 1.69 años BIA	26,5 ± 6,4	177 ± 4,8	74,7 ± 8,7	22,7 ± 1,9	11,5 ± 1,3	% musc 52,9 ± 3 % de agua: 62,3 ± 2,3
(Kishali et al., 2021)	n: 14 kickboxers Exp: 7.3 ± 1.3 años ADP	21,5 ± 2,7	175,0 ± 2,8	70,5 ± 6,4	23	10,6 ± 5,3	
(Burdukiewicz, 2018)	n: 30 kickboxers Exp: 6.63 ± 3.2 años BIA y Heath Carter	22,0 ± 2,6	178,2 ± 5,7	77,4 ± 7,6	24,4 ± 1,7	19,3 ± 4,1	Somatotipo 2,5-5,9-2,1
(Mala et al., 2019)	n: 15 kickboxers elite BIA	23,5 ± 7	183,5 ± 5,6	80,8 ± 11,8	23,9 ± 2,9	12,6 ± 3,9	FFM: 70,2 ± 7,2 kg
(Gençoglu & Sen, 2021)	n: 21 kickboxers nacionales Exp: > 5 años. BIA	16,1 ± 1	169,6 ± 6	64,1 ± 4,7	22,28	10 ± 2,6	
(Ljubisavljević et al., 2015)	n: 50 kickboxers (16 elite y 32 sub-elite) BIA	> 18	175 ± 9	69,7 ± 14	22,6 ± 3,3	11,4 ± 5,8	% musc: 57,1 ± 3,9
(Zabukovec & Tiidus, 1995)	n: 4 kickboxers profesionales Exp: > 4 años % BF: 3 pliegues (ecuación) Somatotipo: Heath Carter	27 (22-31)	176,7 (173-185)	72,6 (68-76,2)	23,25	8,1 (6,1-10,8)	Somatotipo 2,6-4,3-2,5
(Salci, 2015)	n: 10 kickboxers Exp: 6.8 ± 3.0 años % BF: 7 pliegues (ecuación)	19,3 ± 1,6	175,7 ± 7,0	70,3 ± 6,0	22,2 ± 2,0	9,5 ± 3,5	

BH, altura; BM, masa corporal; BMI, índice de masa corporal; % BF, porcentaje de masa grasa; FFM, masa libre de grasa; Exp, experiencia; % musc, porcentaje de masa muscular; BIA, bioimpedancia eléctrica; ADP, pletismografía por desplazamiento de aire; sub-elite, puesto 4-10 ranking nacional

**Tabla 2: Demandas fisiológicas de los combates**

Artículo	n y metodología	Resultados																											
(Crisafulli et al., 2009)	<p>n: 10 peleadores de Muay Thai                      Edad: 23,7 ± 1,5 años                      BH: 174,3 ± 0,9 cm                      BM: 65,1 ± 1,2 kg                      Exp: &gt; 3 años                      Combate simulado: 3x 3', 1' descanso                      Analizador de gases</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>HR<sub>max</sub> (ppm)</th> <th>VO<sub>2max</sub> (ml/kg/min)</th> <th>VO<sub>2media</sub> (ml/kg/min)</th> <th>EE media</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>175 ± 10</td> <td>44,9 ± 2,95</td> <td>42,53 ± 2,24</td> <td>13,94 ± 0,7 kcal/min 12,15 ± 0,64 MET</td> </tr> </tbody> </table>	HR <sub>max</sub> (ppm)	VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	VO <sub>2media</sub> (ml/kg/min)	EE media	175 ± 10	44,9 ± 2,95	42,53 ± 2,24	13,94 ± 0,7 kcal/min 12,15 ± 0,64 MET																			
HR <sub>max</sub> (ppm)	VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	VO <sub>2media</sub> (ml/kg/min)	EE media																										
175 ± 10	44,9 ± 2,95	42,53 ± 2,24	13,94 ± 0,7 kcal/min 12,15 ± 0,64 MET																										
(Rydzik et al., 2021)	<p>n: 15 kickboxers elite                      Edad: 23,9 ± 4,6 años                      BH: 177,1 ± 4,8 cm                      BM: 79,1 ± 5,6 kg                      Exp: 9,9 ± 5,3 años                      Combate: 3x2', 1' descanso</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>La (mmol/L)</th> <th>HR (ppm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reposo</td> <td>2,2 ± 0,9</td> <td>97,5 ± 5,6</td> </tr> <tr> <td>Final 1 round</td> <td>11,3 ± 1,4</td> <td>178,2 ± 5,5</td> </tr> <tr> <td>Final 2 round</td> <td>13,1 ± 1,2</td> <td>182,1 ± 3,8</td> </tr> <tr> <td>Final 3 round</td> <td>14,6 ± 1,9</td> <td>185,0 ± 3,4</td> </tr> <tr> <td>3' tras pelea</td> <td>11,2 ± 1,3</td> <td>122,6 ± 13,7</td> </tr> <tr> <td>20' tras pelea</td> <td>5,1 ± 1,3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		La (mmol/L)	HR (ppm)	Reposo	2,2 ± 0,9	97,5 ± 5,6	Final 1 round	11,3 ± 1,4	178,2 ± 5,5	Final 2 round	13,1 ± 1,2	182,1 ± 3,8	Final 3 round	14,6 ± 1,9	185,0 ± 3,4	3' tras pelea	11,2 ± 1,3	122,6 ± 13,7	20' tras pelea	5,1 ± 1,3	-					
	La (mmol/L)	HR (ppm)																											
Reposo	2,2 ± 0,9	97,5 ± 5,6																											
Final 1 round	11,3 ± 1,4	178,2 ± 5,5																											
Final 2 round	13,1 ± 1,2	182,1 ± 3,8																											
Final 3 round	14,6 ± 1,9	185,0 ± 3,4																											
3' tras pelea	11,2 ± 1,3	122,6 ± 13,7																											
20' tras pelea	5,1 ± 1,3	-																											
(Ouergui et al., 2021)	<p>n: 18 kickboxers                      Edad: 21 ± 1 años                      BH: 179 ± 5 cm                      BM: 76,6 ± 10 kg                      Exp: 9,3 ± 1,8 años                      Combate: 3x2', 1' descanso</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>La<sub>pre</sub> (mmol/L)</th> <th>La<sub>post</sub> mmol/L</th> <th>HR (ppm)</th> <th>%HR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FC</td> <td>1,9 ± 0,5</td> <td>15,2 ± 5,3</td> <td>160 ± 19</td> <td>83 ± 8</td> </tr> <tr> <td>LC</td> <td>2,2 ± 0,5</td> <td>15,8 ± 4,0</td> <td>171 ± 18</td> <td>87 ± 5</td> </tr> <tr> <td>PF</td> <td>1,9 ± 0,5</td> <td>13,2 ± 2,6</td> <td>160 ± 16</td> <td>82 ± 7</td> </tr> </tbody> </table>		La <sub>pre</sub> (mmol/L)	La <sub>post</sub> mmol/L	HR (ppm)	%HR	FC	1,9 ± 0,5	15,2 ± 5,3	160 ± 19	83 ± 8	LC	2,2 ± 0,5	15,8 ± 4,0	171 ± 18	87 ± 5	PF	1,9 ± 0,5	13,2 ± 2,6	160 ± 16	82 ± 7						
	La <sub>pre</sub> (mmol/L)	La <sub>post</sub> mmol/L	HR (ppm)	%HR																									
FC	1,9 ± 0,5	15,2 ± 5,3	160 ± 19	83 ± 8																									
LC	2,2 ± 0,5	15,8 ± 4,0	171 ± 18	87 ± 5																									
PF	1,9 ± 0,5	13,2 ± 2,6	160 ± 16	82 ± 7																									
(Ouergui et al., 2017)	<p>n: 20 kickboxers                      Edad: 20,3 ± 0,9 años                      BH: 177 ± 4,8 cm                      BM: 71,8 ± 10,5 kg                      Exp: &gt; 2 años compitiendo                      Combate: 1 vs 1, 6x6 m</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>La<sub>pre</sub></th> <th>La<sub>post</sub></th> <th>HR<sub>pre</sub></th> <th>HR<sub>media</sub></th> <th>%HR<sub>peak</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4,0 ± 2,0</td> <td>12,0 ± 3,0</td> <td>95 ± 32</td> <td>153 ± 18</td> <td>78 ± 10</td> </tr> </tbody> </table>	La <sub>pre</sub>	La <sub>post</sub>	HR <sub>pre</sub>	HR <sub>media</sub>	%HR <sub>peak</sub>	4,0 ± 2,0	12,0 ± 3,0	95 ± 32	153 ± 18	78 ± 10																
La <sub>pre</sub>	La <sub>post</sub>	HR <sub>pre</sub>	HR <sub>media</sub>	%HR <sub>peak</sub>																									
4,0 ± 2,0	12,0 ± 3,0	95 ± 32	153 ± 18	78 ± 10																									
(Ouergui et al., 2014)	<p>n: 18 kickboxers                      Edad: 18,5 ± 1,85 años                      BH: 174,4 ± 7,7 cm                      BM: 63,2 ± 9,1 kg                      Exp: 8,2 ± 0,9 años                      Combate: 3x2', 1' descanso</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>La (mmol/L)</th> <th>HR (ppm)</th> <th>RPE (au)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Basal</td> <td>0,97 ± 0,42</td> <td>69 ± 5</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Final 1 round</td> <td>8,82 ± 0,7</td> <td>142 ± 3</td> <td>11 ± 1</td> </tr> <tr> <td>Final 2 round</td> <td>11,75 ± 0,92</td> <td>166 ± 3</td> <td>14 ± 2</td> </tr> <tr> <td>Final 3 round</td> <td>14,87 ± 0,69</td> <td>182 ± 4</td> <td>16 ± 2</td> </tr> <tr> <td>Rec 10'</td> <td>10,98 ± 0,33</td> <td>93 ± 5</td> <td>9 ± 1</td> </tr> </tbody> </table>		La (mmol/L)	HR (ppm)	RPE (au)	Basal	0,97 ± 0,42	69 ± 5	-	Final 1 round	8,82 ± 0,7	142 ± 3	11 ± 1	Final 2 round	11,75 ± 0,92	166 ± 3	14 ± 2	Final 3 round	14,87 ± 0,69	182 ± 4	16 ± 2	Rec 10'	10,98 ± 0,33	93 ± 5	9 ± 1		
	La (mmol/L)	HR (ppm)	RPE (au)																										
Basal	0,97 ± 0,42	69 ± 5	-																										
Final 1 round	8,82 ± 0,7	142 ± 3	11 ± 1																										
Final 2 round	11,75 ± 0,92	166 ± 3	14 ± 2																										
Final 3 round	14,87 ± 0,69	182 ± 4	16 ± 2																										
Rec 10'	10,98 ± 0,33	93 ± 5	9 ± 1																										

Artículo	<i>n</i> y metodología	Resultados			
(Ouergui et al., 2015)	<i>n</i> : 20 kickboxers				
	Edad: 21,3 ± 2,7 años	La (mmol/L)	HR (ppm)	RPE (au)	
	BH: 170 ± 0,5 cm	Basal	2 ± 0,6	89 ± 8	-
	BM: 73,9 ± 13,9 kg	Final 1 round	-	183 ± 7	7,3 ± 1
	Exp: 8,1 ± 2,7 años	Final 2 round	-	187 ± 8	8,3 ± 0,7
Combate: 3x2', 1' descanso	Final 3 round	14 ± 1,8	188 ± 8	9 ± 0,7	
(Salci, 2015)	<i>n</i> : 10 kickboxers nacionales e internacionales	La (mmol/L)	HR (ppm)	RPE (au)	
	Exp: 6,8 ± 3,0 años	Final 1 round	7,22 ± 1,8	178,2 ± 11,3	5,8 ± 0,8
	Combate: 3x2', 1,3' descanso	Final 2 round	10,92 ± 2,5	184,8 ± 5,3	7 ± 0,8
		Final 3 round	12,14 ± 22,1	186,6 ± 5,8	7,2 ± 1,2

*Exp*, experiencia; *La*, lactato; *HR*, frecuencia cardiaca; *EE*, gasto energético; *RPE*, escala de esfuerzo percibido; *Rec*, recuperación; *FC*, full contac; *LC*, light contact; *PF*, point fighting

**Tabla 3: Test específicos de golpes del kickboxing**

Artículo	n y metodología	Resultados																				
(Gavagan & Sayers, 2017)	<p>n: 8 peleadores elite de Muay Thai                      Edad: 22,3 ± 4,1 años                      BH: 174,6 ± 9,6 cm                      BM: 65,6 ± 8,4 kg                      Exp: 6,4 ± 4,0 años                      Análisis cinemático y medidor de tensión</p>	<p>Patada alta                      Fuerza impacto 1400 ± 419 N                      Fuerza impacto 2,08 ± 0,57 N/kg                      Tiempo de ejecución 1,02 ± 0,15 s                      Max velocidad pie 13,24 ± 2,3 m/s                      Velocidad pie impacto 7,22 ± 1,47 m/s</p>																				
(Lee & McGill, 2017)	<p>n: 12 peleadores <i>amateur</i> de Muay Thai                      Edad: 24,2 ± 2,9 años                      BH: 180 ± 5 cm                      BM: 76,8 ± 9,7 kg                      Exp: 1,5-6 años                      Análisis cinemático y transductor de fuerza</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de golpe</th> <th>Fuerza (N)</th> <th>Fuerza (N/kg)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jab</td> <td>3262 ± 354</td> <td>42,5 ± 4,6</td> <td>6,1 ± 0,8</td> </tr> <tr> <td>Cross</td> <td>4714 ± 607</td> <td>61,4 ± 7,9</td> <td>7,7 ± 10,1</td> </tr> <tr> <td>Rodilla</td> <td>8355 ± 133</td> <td>108,8 ± 1,7</td> <td>10,2 ± 1,4</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de golpe	Fuerza (N)	Fuerza (N/kg)	Velocidad (m/s)	Jab	3262 ± 354	42,5 ± 4,6	6,1 ± 0,8	Cross	4714 ± 607	61,4 ± 7,9	7,7 ± 10,1	Rodilla	8355 ± 133	108,8 ± 1,7	10,2 ± 1,4				
Tipo de golpe	Fuerza (N)	Fuerza (N/kg)	Velocidad (m/s)																			
Jab	3262 ± 354	42,5 ± 4,6	6,1 ± 0,8																			
Cross	4714 ± 607	61,4 ± 7,9	7,7 ± 10,1																			
Rodilla	8355 ± 133	108,8 ± 1,7	10,2 ± 1,4																			
(Halperin et al., 2017)	<p>n: 1 <i>kickboxer</i> campeón del mundo <i>amateur</i> (ISKA)                      Edad: 26 años                      BH: 165 cm                      BM: 60 kg                      Análisis cinemático y célula de carga</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de golpe</th> <th>Fuerza (N)</th> <th>Fuerza (N/kg)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jab</td> <td>1240-1580</td> <td>20,7-26,3</td> <td>8,3-10</td> </tr> <tr> <td>Cross</td> <td>1820-2335</td> <td>30,3-38,9</td> <td>9,4-11,9</td> </tr> <tr> <td>LH</td> <td>2223-2565</td> <td>37,1-42,8</td> <td>10,7-13,9</td> </tr> <tr> <td>RH</td> <td>2050-2930</td> <td>34,2-48,8</td> <td>10,5-13,5</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de golpe	Fuerza (N)	Fuerza (N/kg)	Velocidad (m/s)	Jab	1240-1580	20,7-26,3	8,3-10	Cross	1820-2335	30,3-38,9	9,4-11,9	LH	2223-2565	37,1-42,8	10,7-13,9	RH	2050-2930	34,2-48,8	10,5-13,5
Tipo de golpe	Fuerza (N)	Fuerza (N/kg)	Velocidad (m/s)																			
Jab	1240-1580	20,7-26,3	8,3-10																			
Cross	1820-2335	30,3-38,9	9,4-11,9																			
LH	2223-2565	37,1-42,8	10,7-13,9																			
RH	2050-2930	34,2-48,8	10,5-13,5																			
(Halperin et al., 2017)	<p>n: 13 <i>kickboxers amateur</i>                      Edad: 25 ± 5 años                      BM: 74 ± 10 kg                      Exp: 1-3 años                      Análisis cinemático y célula de carga</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de golpe</th> <th>Fuerza (N)</th> <th>Fuerza (N/kg)</th> <th>Velocidad (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jab</td> <td>1820 ± 133</td> <td>24,6 ± 1,8</td> <td>7,5 ± 0,3</td> </tr> <tr> <td>Cross</td> <td>2731 ± 170</td> <td>36,9 ± 2,3</td> <td>10,4 ± 0,5</td> </tr> <tr> <td>LH</td> <td>2953 ± 111</td> <td>39,9 ± 1,5</td> <td>11,2 ± 0,8</td> </tr> <tr> <td>RH</td> <td>3404 ± 133</td> <td>46 ± 1,8</td> <td>12,6 ± 0,7</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de golpe	Fuerza (N)	Fuerza (N/kg)	Velocidad (m/s)	Jab	1820 ± 133	24,6 ± 1,8	7,5 ± 0,3	Cross	2731 ± 170	36,9 ± 2,3	10,4 ± 0,5	LH	2953 ± 111	39,9 ± 1,5	11,2 ± 0,8	RH	3404 ± 133	46 ± 1,8	12,6 ± 0,7
Tipo de golpe	Fuerza (N)	Fuerza (N/kg)	Velocidad (m/s)																			
Jab	1820 ± 133	24,6 ± 1,8	7,5 ± 0,3																			
Cross	2731 ± 170	36,9 ± 2,3	10,4 ± 0,5																			
LH	2953 ± 111	39,9 ± 1,5	11,2 ± 0,8																			
RH	3404 ± 133	46 ± 1,8	12,6 ± 0,7																			

*Exp*, experiencia; *LH*, gancho de izquierda; *RH*, gancho de derecha

**Tabla 4: Condición aeróbica (VO2)**

Artículo	n y metodología	Resultados
(Gençoglu & Sen, 2021)	n: 22 <i>kickboxers</i> nacionales. Exp: > 5 años VO2max: <i>Yo-Yo interval running</i> test 1 (ecuación)	VO2max: 50,2 ± 4,66 ml/kg/min
(Rydzik & Ambroży, 2021)	n: 20 <i>kickboxers</i> elite VO2max: test de cajón (ecuación)	VO2max, 47,65 ± 4,39 ml/kg/min Test de Cooper: 3086,20 ± 336,88 m
(Ambroży et al., 2021)	n: 20 <i>kickboxers</i> internacionales. Exp: 8-12 años VO2max: test de cajón (ecuación)	VO2max: 47,2 ± 3,7 ml/kg/min Carrera 1km: 3,91 ± 0,33 min
(Salci, 2015)	n: 10 <i>kickboxers</i> nacionales e internacionales Exp: 6.8 ± 3.0 años VO2pico: 20MST (ecuación)	VO2pico: 48,5 ± 3,0 ml/kg/min
(Ljubisavljević et al., 2015)	n: 50 <i>kickboxers</i> (16 elite y 32 sub-elite) VO2max: test de cajón (ecuación) Conconi test	VO2max 49,81 ± 10,86 ml/kg/min * Umbral anaeróbico 172,48 ± 3,30 ppm * * diferencia p < 0,05 entre elite y subelite
(Zabukovec & Tiidus, 1995)	n: 4 <i>kickboxers</i> profesionales. Exp: 4-8 años VO2max: cicloergómetro, test incremental 120 W + 40 W/2 min. Analizador de gases. Media y rango.	VO2max: 62,7 (54-69) ml/kg/min
(Ambrozy et al., 2022)	n: 60 <i>kickboxers</i> . Exp: 8.1 ± 4.24 años	Cooper test 2400 ± 213,37 m
(Crisafulli et al., 2009)	n: 10 peleadores de Muay thai. Exp: > 2 años peleando VO2max y Umbral anaeróbico (AT): test incremental (6 km/h + 2 km/h/3 min) en cinta (analizador de gases). Media y SEM.	VO2max: 48,52 (1,7) ml/kg/min HRmax: 182,9 (1,6) ppm VO2 AT: 30,8 (1,6) ml/kg/min HR AT: 137,5 (4,5) ppm

*Exp, experiencia; VO2, consumo de oxígeno; 20MST, test course navette de 20 metros; SEM, error estándar de la media*

**Tabla 5: Wingate test**

Artículo	n y metodología	Brazos (W/kg)	Piernas (W/kg)
(Ouergui et al., 2015)	n: 20 <i>kickboxers</i> Exp: 8,1 ± 2,7 años UB Wingate 30 s (4,9 N/kg masa corporal)	PP 5,8 ± 1,3 MP 3,7 ± 0,8	
(Ouergui et al., 2014)	n: 18 <i>kickboxers</i> Exp: 8,2 ± 0,9 años UB Wingate 30 s (4,9 N/kg masa corporal)	PP 5,93 ± 0,52 MP 4,45 ± 0,48 FI % 56 ± 1	
(Ouergui et al., 2016)	n: 20 <i>kickboxers</i> Exp : 8,1 ± 2,7 años UB Wingate 30 s (4,9 N/kg masa corporal)	PP 5,6 ± 1,2 MP 3,6 ± 0,9	
(Zabukovec & Tiidus, 1995)	n: 4 <i>kickboxers</i> profesionales Exp: 4-8 años Wingate 30 s (brazos y piernas)	PP 7,5 MP 5,4	PP 18,8 MP 10,5
(Kishali et al., 2021)	n: 14 <i>kickboxers</i> Exp: 7,3 ± 1,3 años Wingate 6 s, 60 s, 10x6 s		6 s PP 13,1 ± 0,9 6 s MP 12,1 ± 0,9 10x6 s PP 13,2 ± 1,0 10x6 s MP 9,7 ± 0,8 60 s PP 13,1 ± 1,0 60 s MP 7,7 ± 0,3

*Exp, experiencia; UB, torso; PP, máxima potencia; MP, potencia media*

**Tabla 6: Saltos y MBT**

Artículo	n y metodología	CMJ (cm)	MBT (m)
(Gençoğlu & Sen, 2021)	n: 22 kickboxers nacionales. Exp: > 5 años My Jump 2	34,51 ± 4,03	
(Slimani et al., 2016)	n: 20 kickboxers elite Exp: > 7 años. Optojump y cinta métrica	W: 35,45 ± 2,21 L: 33,51 ± 2,29	W: 4,59 ± 0,22 L: 4,18 ± 0,24
(Ulupinar et al., 2020)	n: 24 kickboxers elite y sub-elite. Exp: > 5 años My Jump 2	Elite 38,88 ± 3,35 Sub-elite 33,85 ± 3,41	
(Ouergui et al., 2015)	n: 20 kickboxers. Exp: 8,1 ± 2,7 años Optojump	39,2 ± 4,8	
(Slimani, Taylor, et al., 2017)	n: 20 kickboxers. Exp: 4-8 años Optojump y cinta métrica	33 ± 2,5	4,2 ± 0,3
(Ouergui et al., 2014)	n: 18 kickboxers. Exp: 8,2 ± 0,9 años Optojump	30,89 ± 2,9 SJ: 28,86 ± 4,54	
(Ouergui et al., 2016)	n: 20 kickboxers Optojump	39,3 ± 4,7	
(Cimadoro, 2018)	n: 8 kickboxers semiprofesionales. Exp 5,6 ± 2,2 años Optojump	34,65	
(Eken & Bayer, 2021)	n: 12 kickboxers Plataforma de fuerza	35,79 ± 3,51	
(Cimadoro et al., 2019)	n: 9 peleadores muay thai profesional. Exp: 6 ± 2 años Plataformas de fuerza	27,7	
(Rydzik & Ambroży, 2021)	n: 20 kickboxers elite Cinta métrica	HJ: 205,25 ± 15,19	
(Ambroży et al., 2021)	n: 20 kickboxers internacionales. Exp: 8-12 años Cinta métrica	HJ: 208,3 ± 15,55	
(Ambrozy et al., 2022)	n: 60 kickboxers. Exp: 8,1 ± 4,24 años Cinta métrica	HJ: 201,3 ± 11,97	

CMJ, salto con contra movimiento; MBT, lanzamiento de balón medicinal; SJ, squat jump; HJ, salto horizontal; W, ganadores; L, perdedores

**Tabla 7: Test de fuerza y fuerza resistencia**

Artículo	n y metodología	Resultados					
(Maly et al., 2017)	n: 17 kickboxers elite BM: 80,1 ± 11,8 kg Exp: 8,2 ± 4,9 años Dinamometría isocinética		QP (N)	QNP (N)	HP (N)	HNP (N)	
		60°/s	243,1 ± 43,2	250,5 ± 41,3	134,5 ± 29,6	126,8 ± 31,6	
		180°/s	167,6 ± 25,1	169,4 ± 30,2	89,3 ± 25,2	80,2 ± 25	
		300°/s	126,8 ± 17,1	126 ± 22,6	65,9 ± 18,2	62,5 ± 18	
(Zabukovec & Tiidus, 1995)	n: 4 kickboxers profesionales Exp: 4-8 años		Q (N)				
		60°/s	220				
		180°/s	168				
(Salci, 2015)	n: 10 kickboxers nacionales e internacionales Exp: 6,8 ± 3,0 años Dinamometría isocinética		Q (N)	H (N)	H:Q ratio		
		180°/s	224 ± 20	140 ± 16,9	65 ± 8		
(Gençoğlu & Sen, 2021)	n: 22 kickboxers nacionales Exp: > 5 años	BP (kg)	SQ (kg)	HGS (kg)	PLU (n)	PSU (n)	Abd, 30s (n)
		74 ± 7,5	109,4 ± 10,5	33,9 ± 7,9	32,9 ± 6	60,2 ± 8,9	
(Slimani, Taylor, et al., 2017)	n: 20 kickboxers BM: 70,4 ± 10,2 kg Exp: 4-8 años	60,3 ± 7,7	½: 90,1 ± 13,4				
(Rydzik & Ambroży, 2021)	n: 20 kickboxers elite BM: 84,90 ± 4,93 kg			R: 55,1 ± 1,9 L: 53,7 ± 2,2	18,05 ± 3,9		30,35 ± 5
(Ambroży et al., 2021)	n: 20 kickboxers internacionales BM 82,5 ± 4,89 kg Exp: 8-12 años			R: 56 ± 2,1 L: 55,1 ± 2,1	19,7 ± 4,1		27,6 ± 3,9
(Ambrozy et al., 2022)	n: 60 kickboxers BM: 73,56 ± 8,13 kg Exp: 8,1 ± 4,24 años			52,11 ± 3,11	7,2 ± 3,2	Con salto 11,7 ± 5	24,7 ± 3,2
(Eken & Bayer, 2021)	n: 12 kickboxers Exp: > 3 años			R: 39 ± 8,5 L: 38,9 ± 9,3			

BM, masa corporal; Exp, experiencia; Q, cuádriceps; H, isquiosurales; P, dominante; NP, no dominante; R, derecha; L, izquierda; BP, press banca; SQ, sentadilla; HGS, fuerza prensa de mano; PLU, dominada; PSU, flexiones; Abd, abdominales