

TRABAJO FINAL DE GRADO



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**TEST DE VALORACIÓN DEL
RENDIMIENTO EN LOS DEPORTES DE
COMBATE**

Alumno: Mario Galletero Fuentes

Tutor académico: José Manuel Sarabia Marín

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso académico: 2023-2024

Índice

Introducción	2
Metodología	3
Busqueda de datos y fuentes.....	3
Selección de estudios	3
Características de los estudios y extracción de datos	4
Resultados.....	4
Selección de estudios	4
Características del estudio	4
Medidas de resultado.....	14
Discusión.....	14
Diseño y propuesta de test	16
Conclusión.....	17
Bibliografía	18
Anexos	22



Introducción

Los deportes de combate son disciplinas acíclicas que abarcan una gran variedad de técnicas y movimientos. Estas modalidades se caracterizan por requerir de esfuerzos cortos de alta intensidad seguidos de una recuperación activa a baja intensidad (Julio, et al., 2021). Dependiendo de la modalidad deportiva y, de la categoría de peso, esta relación esfuerzo:pausa es diferente (da Silva Santos, et al., 2020; Silva, et al., 2011). Estas modalidades se dividen en deportes de lucha (*grappling*) como el Judo y el Jiujitsu Brasileño (Jungman, et al., 2016) deportes de golpeo (*striking*) como el Muay Thai o el Taekwondo, (da Silva Santos, et al., 2020; Jungman, et al., 2016), deportes mixtos como las artes marciales mixtas (MMA) (James, et al., 2016) y, deportes con armas como la esgrima (Roi, et al., 2008). El objetivo de estos deportes es ganar al oponente mediante puntos, mediante *knockout* (K.O.) o, abandono del rival, aunque la victoria también está condicionada según el reglamento de cada modalidad, los eventos o las promotoras deportivas, condicionando la preparación física de los atletas (García Bastida, 2014; Martial Arts, 2019; Nichapa, 2023; Unified Rules Of Mixed Martial Arts, 2018; Zarco Pleguezuelos, 2016;). Además, la duración de los combates de cada modalidad es diferente, teniendo en cuenta la categoría de edad, el género y el país donde se dispute (Reglamentos de muay thai IFMA, 2021; Zarco Pleguezuelos, 2016). Estas disciplinas son predominantemente aeróbicas, sobre todo a medida que se realizan más asaltos y la duración de estos es más larga (Campos, et al., 2012; Crisafulli, et al., 2009; Julio, et al., 2021), aunque las acciones que determinan el rendimiento del deporte son las explosivas (Turner, 2009), ya que se requiere de velocidad y de tiempos muy cortos de expresión de fuerza para golpear o derribar al oponente. Así mismo, las necesidades de fuerza son específicas para el tipo de modalidad, teniendo en cuenta la categoría de peso (Jungman, et al., 2016; Magnani Branco, et al., 2021). Por ello, nos encontramos con una gran variedad de perfiles fisiológicos que además tienen unas necesidades técnico-tácticas diferentes (Podhurskyi, 2020; Laursen, et al., 2019). Añadido a esto, dentro de una modalidad deportiva habrá diferentes estilos de combatir en base a la experiencia del deportista, que demandarán unas características o condiciones físicas diferentes haciendo más compleja la preparación física de los combatientes (Tack, 2013).

Centrándonos en los deportes de *striking*, que son el objeto de estudio de este trabajo, estas modalidades se caracterizan por tener una mayor predominancia de acciones de velocidad y rapidez, con una menor necesidad de fuerza ante cargas altas respecto a los deportes de lucha (James, et al., 2016; Jungman, et al., 2016). Además, estos deportes se caracterizan por tener ráfagas de golpes y más esfuerzos repetidos cortos respecto a los deportes de *grappling* (Del Vecchio, et al., 2007; James, et al., 2016; Silva, et al., 2011), ya que estos tienen una mayor densidad de esfuerzo:pausa. De hecho, deportes como el Muay thai y el Kick Boxing, comparten ciertas similitudes en esta relación esfuerzo:pausa, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los valores de observación, preparación e Interacción entre los dos deportes de combate (Silva, et al., 2011). Además, estas modalidades son semejantes en ciertas medidas del reglamento, así como algunas técnicas empleadas como puños y piernas (Reglamentos – WKC – World Kick Boxing Council – CMK – Consejo Mundial de Kick Boxing, s. f.; WBC muay thai, 2024) y, técnicas de puño, pierna y rodillas con la modalidad K1 (Yellow, s. f.).

Para el adecuado acondicionamiento físico de los deportistas de *striking* es necesario una correcta evaluación y seguimiento de los factores que determinan el rendimiento. Algunas de estas pruebas miden de forma directa esos factores de rendimiento como: potencia anaeróbica con el test *Wingate* o potencia mecánica de los miembros inferiores con el (salto con contramovimiento) *CMJ* y (sentadilla con salto) *SJ* (Tayech, et al., 2020).

Aunque estas pruebas se consideran muy válidas para evaluar dichas capacidades, estas a menudo buscan aislar una característica física con una baja especificidad deportiva, careciendo de carácter ecológico (Barley, et al., 2019). Las pruebas de acciones específicas de combate pueden brindar información valiosa sobre la fatiga inducida de las técnicas empleadas. Sin embargo, hay muchos deportes de golpeo que no tienen pruebas de rendimiento específicas de la modalidad (Barley, et al., 2019). Es por ello, que algunos estudios, se centran en medir el rendimiento del deportista replicando acciones específicas del deporte y, aunque es cierto que algunas de ellas han tenido mucho éxito y han sido validadas (Chaabene, et al., 2015; Tayech, et al., 2020), existen varias lagunas metodológicas en los estudios que intentaron diseñar estas pruebas específicas de campo (Chaabene, et al., 2018).

Anteriores revisiones se centraron en examinar la calidad metodológica de los test específicos de los deportes de combate (Chaabene, et al., 2018) y las consideraciones para evaluar la resistencia en dichos deportes (Barley, et al., 2019). Sin embargo, en el estudio de Chaabene et al. (2018), solo se registraron deportes de combate olímpicos, incluyendo modalidades de *striking*, lucha y con armas. En el trabajo de Barley et al. (2019), el objetivo fue revisar solo aquellos test que evalúan la resistencia en deportes de combate, además de otras formas de evaluación no específicas, mezclando también varias modalidades deportivas como en el caso anterior. Lo novedoso de la presente revisión es que se centra únicamente en revisar aquellos estudios que pertenezcan a modalidades de *striking* y, que sean evaluaciones totalmente específicas de la modalidad deportiva estudiada.

Por todo ello, el objetivo de esta revisión es identificar aquellos test específicos válidos y fiables, para evaluar deportistas de modalidades de *striking* y, en base a ellos, ver cuáles pueden ser susceptibles para reproducirse en deportes como el Muay Thai y el K1.

Metodología

La revisión sistemática actual fue llevada a cabo siguiendo las pautas de informe preferidas para revisiones sistemáticas, conocidas como declaración PRISMA, por sus siglas en inglés (Page, et al., 2020).

Busqueda de datos y fuentes

Se realizaron búsquedas en Pubmed y Embase desde su inicio hasta diciembre de 2023 para rescatar los estudios convenientes utilizando términos de texto libre basados en la estrategia PIO (participantes, intervención y resultados). Además, se examinó manualmente referencias de los estudios seleccionados para reconocer otros artículos que cumplieran con los requisitos de selección. Por último, se pidió personalmente a los investigadores aquellas investigaciones de acceso cerrado mediante la plataforma ResearchGate.

Selección de estudios

Los criterios de elegibilidad se llevaron a cabo siguiendo la estrategia: (a) deportistas de deportes de combate de cualquier sexo y nivel de experiencia; (b) test o evaluaciones de carácter ecológico, es decir, específicas de la modalidad deportiva comparadas con otras pruebas

científicamente validadas y fiables; (c) test o evaluaciones que midan el rendimiento de los deportistas de manera específica, pero no de manera aislada. Es decir, capacidad de repetir esfuerzos intermitentes repetidos; potencia glucolítica (anaeróbica); número de acciones; y (d) modalidades deportivas conocidas como *striking*, es decir, deportes donde exista el golpeo predominantemente y no únicamente la lucha. Algunos ejemplos de estas modalidades podrían ser el karate, taekwondo, kick boxing o muay thai.

Características de los estudios y extracción de datos

La información extraída de los estudios se clasificó de la siguiente manera para su correcta interpretación: (a) características del estudio: autor principal y año de publicación; (b) modalidad deportiva; (c) características de la población: tamaño de la muestra, sexo, edad, número de hombres y mujeres, altura, peso, composición corporal y nivel de experiencia; (d) características de la evaluación: test específicos y capacidad física evaluada; y (e) resultados de la intervención: correlación de Pearson (r); coeficiente de determinación (R^2); AUC ROC; prueba t ; tamaño del efecto (ES); coeficiente de correlación intraclase (ICC); coeficiente de variación (CV); tamaño del error de medición (TEM); y, error estándar de medición (SEM).

Resultados

Selección de estudios

El proceso de selección de estudios se presenta en la Figura 1. En resumen, en la búsqueda se encontraron 346 registros, después de eliminar los duplicados ($n=155$). Después de revisar los títulos y resúmenes, 12 estudios fueron elegibles para su análisis del texto completo, de los cuales se incluyeron 8 y, se excluyeron 4. Además, de todos estos estudios, se pudieron rescatar otros 16 artículos, encontrados en las referencias bibliográficas de los mismos.

Características del estudio

Las características de los estudios se pueden encontrar en la Tabla 1. De los 24 estudios escogidos, 16 (66,66%) fueron realizados en la modalidad de Taekwondo, 6 (25%) en Karate y, solo 2 (8,33%) en la modalidad de Kick Boxing. Los 24 trabajos de investigación fueron realizados entre 2006 y 2023. En todos ellos, hubo un total de 582 sujetos, de los cuales fueron 463 hombres (79,55%) y 119 mujeres (20,45%). En 23 estudios (95,8%) se incluyeron hombres y solo en 12 (50%) mujeres. De todos los estudios, 11 de ellos (45,8%) incluyeron atletas que competían en eventos internacionales, 8 (33,3%) a nivel nacional, 3 (12,5%) a nivel estatal, 3 (12,5%) a nivel regional, 2 (8,33%) deportistas experimentados, 1 (4,16%) deportistas no experimentados, 3 (12,5%) deportistas de cinturón negro, 3 (12,5%) nivel élite, 2 (8,33%) nivel sub-élite, 1 (4,16%) nivel competitivo, 1 (4,16%) nivel no competitivo y, 4 (16,6%) no especificado.

En cuanto a las características de la evaluación, 6 estudios (25%) fueron solo de validación, 6 (25%) en el que solo valoraron la fiabilidad de los test y, 12 (50%) en los que evaluaron la validación y la fiabilidad de los test específicos. De los 18 estudios que se han registrado para medir la validez de las pruebas, 9 de ellos (50%) incluyeron la evaluación de la potencia mecánica de los miembros inferiores, 5 (27,7%) evaluaron el rendimiento aeróbico en pruebas incrementales, 5 (27,7%) contenían test de potencia anaeróbica, 4 (22,2%) contenían velocidad de cambio de dirección; 3 (16,6%) midieron el equilibrio estático y dinámico, 3 (16,6%)

incluyeron la velocidad lineal de sprint, 2 (11,1%) contenían pruebas de Sprint repetidos y, 1 (5,55%) midió la flexibilidad.

Respecto a los test específicos de las modalidades, 9 (37,5%) fueron pruebas con incrementos en intensidad o densidad, 7 (29%) midieron la potencia anaeróbica, 6 (25%) optaron por pruebas de frecuencia y velocidad de patadas y, 4 (16,6%) donde realizaban cambios de dirección y medían la velocidad de desplazamiento.

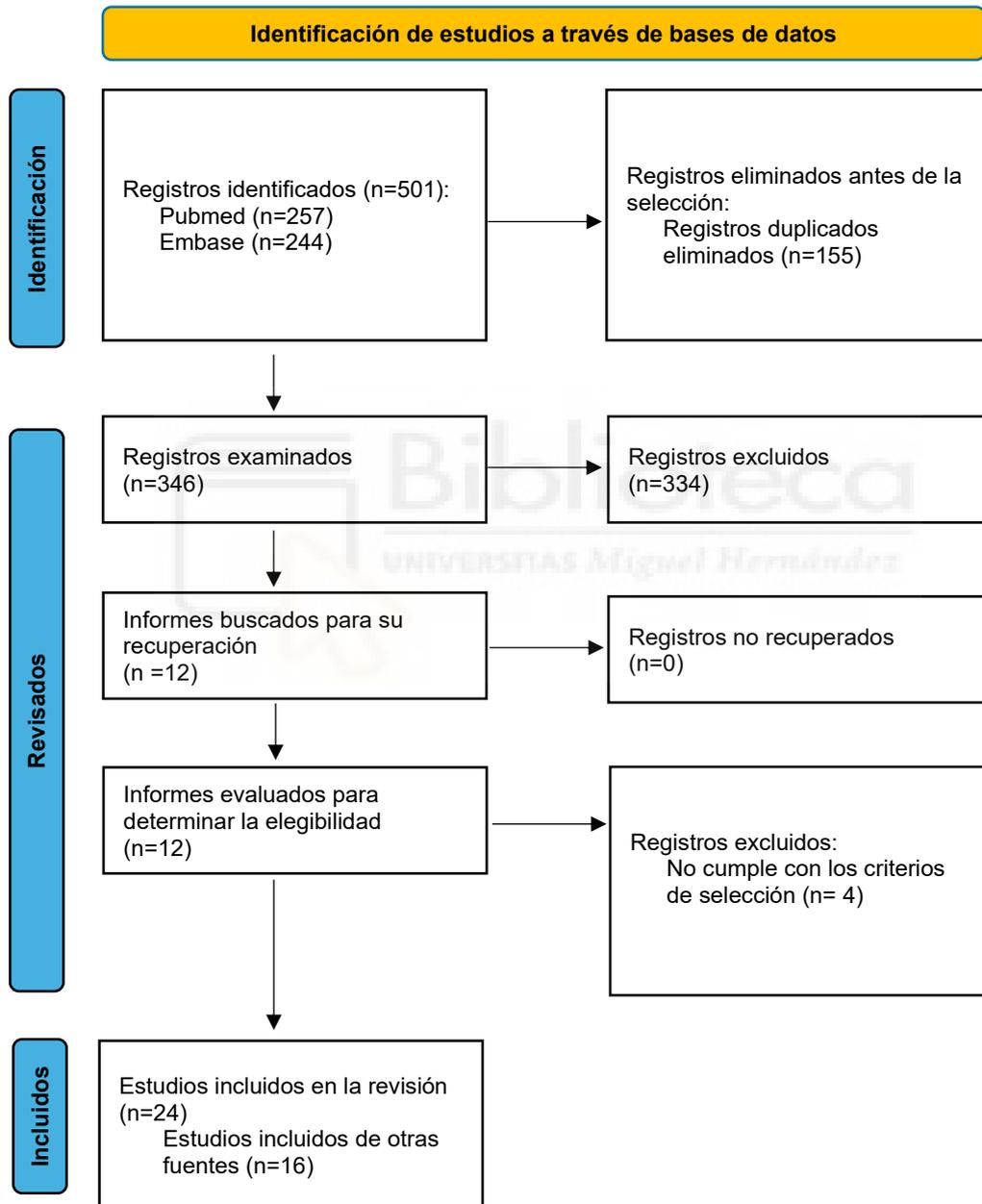


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios.

Tabla 1. Características de los estudios seleccionados.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación			Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad	
Albuquerque, et al., 2022	Taekwondo	42 (31% mujeres): Edad: 21,3 ± 4,1 años; Masa corporal: 67,0 ± 14,4 kg; Altura: 178,5 ± 11,7 cm; Nivel: internacional/nacional	#FSKT	Frecuencia y velocidad de patada	CMJ y FSKTmult: r= 0.44* PSTT y FSKTmult: r= 0.83* ↑ resultado en PSTT y CMJ → ↑ FSKTmult		
			#PSTT	Potencia aeróbica			
			CMJ	Potencia muscular			
Aloui, et al., 2022	Taekwondo	20 (50% mujeres): Experiencia previa: 8,9 ± 1,3 años; Nivel: internacional/nacional	#TST	Prueba de velocidad de cambio de dirección específica	Correlaciones de TST fuertes (r>0.70-<0.89) con: Equilibrio Y, T-COD en hombres; 5m, 20m y 30m Sprint en mujeres.	ROC AUC TST-TSP: 0.99 Sensibilidad TST-TSP: 90% Especificidad TST-TSP: 100%	
			Equilibrio est.	Equilibrio estático			
			SJ	Potencia muscular vertical			
			CMJ	Potencia muscular vertical	Correlaciones de TST moderadas (r>0.39 - <0.70) con: 30m Sprint, SJ, CMJ, Triple salto, 5 saltos y Equilibrio estático en hombres; T-COD, 10m Sprint, SJ, CMJ y Equilibrio-Y en mujeres.		
			J3H	Potencia muscular horizontal			
			T-COD	Velocidad de cambio de dirección			
			Equilibrio-Y	Equilibrio dinámico			
5 saltos uni.	Potencia muscular horizontal	Correlaciones de TST débiles (r>0.10-<0.39) con: 5m, 10m y 20m Sprint en hombres; Tiple salto, 5 saltos y Equilibrio estático en mujeres.					
Araujo, et al., 2017	Taekwondo	14 (100% hombres): Edad: 22 ± 4 años; Masa corporal 69,2 ± 12,2 kg; Altura 176,5 ± 9,6 cm; Nivel: cinturón negro	#TKD Tets	VO2máx, FCmáx	VO2pico TKD = VO2pico IT VO2 VT1 TKD = VO2 VT1 IT VO2 VT2 TKD = VO2 VT2 IT	ICC VO2pico TKD y IT: 0.855* ICC VT1 TKD y IT: 0.709* ICC VT2 TKD y IT: 0.848*	
			IT	VAM, VO2máx, FCmáx			

Tabla 1. Continuación.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación		Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad
Ben Hassen, et al., 2022	Karate	36 (44% mujeres): Edad: 20,1 ± 3,1 años; Masa corporal: 66,5 ± 11,1 kg; Altura: 177,7 ± 7,9 cm); Nivel: experimentados/clasificaciones internacionales	#SKAT	Velocidad de realización de una prueba específica	SKAT y T-COD: r= 0.57* y R ² = 0.32% SKAT y Sprint: r= 0.58* SKAT y LJ: r= -0.52* SKAT y Equilibrio-Y: r= -0.58*	ICC: >0.95 AUC ROC: 0.76
			T-COD	Velocidad de cambio de dirección		
			Sprint	Velocidad lineal		
			LJ	Longitud horizontal		
			Equilibrio-Y	Equilibrio dinámico		
Chaabene, et al., 2012	Karate	16 sujetos: Edad: 22,2 ± 3,7 años; Masa corporal: 72,7 ± 7,2 kg; Altura: 175,7 ± 6,7 cm; Experiencia previa: 9,2 ± 4,5 años. Nivel: no especificado	#KSAT	Prueba incremental de Karate	ICC TE: 0.982 CV: 4.57% Prueba t dependiente TE (t = -1,77; p = 0,09; FCpico (t = -1,18; p = 0,26; Lapeak (t = 2,01; p = 0,07; y RPE (t = -0,41; p = 0,68) para la prueba y el retest.	
Chaabene, et al., 2012	Karate	43 (100% hombres): 19: edad: 25,6 ± 3,3 años; Masa corporal: 73,2 ± 7,7 kg; Altura: 176,3 ± 7,1 cm; Experiencia 7 ± 4,4 años). 2º G: 40 (20: edad: 23,5 ± 3,1 años; Masa corporal: 71,7 ± 6,8 kg; Altura: 177,5 ± 3,6 cm; y Experiencia: 13 ± 3,5 años); (20: edad: 24,1 ± 4,7 años; Masa corporal: 74,3 ± 5,8 kg; Altura: 175,6 ± 5,8 cm; y Experiencia en karate: 9 ± 5,2 años). Nivel: nacional/regional	#KSAT	Prueba incremental de Karate	ICC TE: >0.90 SEM: <5% Análisis por pares test-retest: TE, RPE y FC pico (p = 0,31, dz = 0,04 [trivial], p = 0,26, dz = 0,26 [pequeño], p = 0,47, dz = 0,19 [trivial]), respectivamente. Nivel nacional: ↑rendimiento TE, respecto al regional	

Tabla 1. Continuación.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación		Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad
Chaabene, et al., 2015	Karate	15 (20% mujeres): Edad: 22,2 ± 4,3 años; Masa corporal: 70,3 ± 9,7 kg; Altura: 176,4 ± 7,5 cm; Nivel: internacional	#KSAT IT Yoyo-Test	Prueba incremental de Karate Prueba incremental en cinta rodante Prueba incremental intermitente	TE KSAT y VAM IT: r= 0.67* KSAT y vVT2 IT: r= 0.64* TE KSAT y Yoyo: r= 0.65* TE KSAT y VO2máx Yoyo: 0.64*	
Chaabene, et al., 2018	Taekwondo	27 (26% mujeres): Edad: 18 ± 2 años; Masa corporal: 65 ± 16 kg; Altura: 178 ± 11 cm; Experiencia previa: 11 ± 2,5 años; Nivel: internacional/nacional	#TSAT SJ CMJ LJ J3 Hop Sprint Equilibrio-Y T-COD	Velocidad de desplazamiento específica Potencia mecánica vertical Potencia mecánica vertical Potencia mecánica horizontal Potencia mecánica horizontal uni. Velocidad lineal Equilibrio dinámico Velocidad de cambio de dirección	Correlaciones del TSAT fuertes (>0.70<0.89) con: T-COD. Correlaciones del TSAT moderadas (>0.39<0.70) con: SJ, CMJ, LJ, J3H, Sprint y Equilibrio-Y. TSAT y T-COD R ² = 50%*	ICC TSAT: >0.90 TEM CV: <5% AUC ROC: 0.94
da Silva Santos, et al., 2016	Taekwondo	8 (50% mujeres): Edad: 24 ± 4 años; Masa corporal: 74 ± 15 kg; Altura: 178 ± 9 cm; Experiencia previa: 12 ± 6 años; Nivel: internacional/nacional/estatal	#FSKT ₁₀ #FSKT _{mult}	Frecuencia y velocidad de patada Frecuencia y velocidad de patada múltiple	FSKT ₁₀ : Mayor rendimiento* en el número de patadas pre-post: 20 ± 1 frente a 21 ± 2. FSKT _{mult} : Mayor rendimiento* en número de patadas pre-post: FSKT1: 20 ± 1 frente a 23 ± 2; FSKT2: 19 ± 2 frente a 22 ± 2; FSKT3: 18 ± 2 frente a 21 ± 2; FSKT4: 17 ± 2 frente a 21 ± 2; FSKT5: 17 ± 2 frente a 20 ± 2; FSKT total: 90 ± 9 frente a 107 ± 10	

Tabla 1. Continuación.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación		Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad
da Silva Santos, et al., 2018	Taekwondo	42 (100% mujeres) 2 grupos: n = 21, edad: 20 (18;25) años; Masa corporal: 60 (53;72) kg; Altura: 164 (161;170) cm; Experiencia previa: 8 (5;13) años; Nivel: nacional/internacional (n = 21; edad: 18 (17;25) años; Masa corporal: 57 (52;63) kg; Altura: 165 (160;172) cm; Experiencia previa: 5 (2;8) años; Nivel: estatal/regional	#FSKT ₁₀ #FSKT _{mult}	Frecuencia y velocidad de patada Frecuencia y velocidad de patada múltiple		FSKT ₁₀ : diferencias entre internacional/nacional y estatal/regional: (U= 114.5*, ES = - 0.42 FSKT _{mult} : FSKT 1 (U = 127,0*, ES = -0.37; FSKT 2 (U = 108,5*, ES = -0.45; FSKT 3 (U = 127,0*, ES = -0.37; y FSKT total (U = 124,0*, ES= -0.38
da Silva Santos, et al., 2020	Taekwondo	1ª parte: 14 (100% hombres): Edad: 20,6±4,2 años; Masa corporal: 70,7±11,8 kg; Altura: 180,4±7,0 cm; Experiencia previa: 7,8±4,7 años; Nivel: internacional/nacional/estatal/regional 2ª parte: 153 (100% hombres): Edad: 22 (17;26) años; Masa corporal: 67 (60;79) kg; Altura: 175 (169;181) cm. Nivel: internacional/nacional/estatal/regional/no competidores	#FSKT ₁₀ #FSKT _{mult}	Frecuencia y velocidad de patada Frecuencia y velocidad de patada múltiple		1ª parte: Test-retest FSKT ₁₀ : (t= 1.88, p= 0.08, d: 0.503; 21±2, 21±2). ICC:>0.90; SEM: <0.6. ICC Test-retest FSKT _{mult} :>0.60 en todas las series. 2ª parte: Nacional/Internacional Mayor rendimiento* respecto a los no competidores en FSKT _{10s} y FSKT _{mult} (FSKT3, FSKT5 y FSKTtotal)

Tabla 1. Continuación.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación		Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad
Gençoğlu, et al., 2023	Kick Boxing	42 (100% hombres): 18 deportistas (edad: 22,3 ± 3,7 años; Masa corporal: 69,7 ± 6,8 kg; Altura: 176,3 ± 3,6 cm; Experiencia previa: 10,1 ± 4,7 años;	#KSAT	Prueba incremental de Kick Boxing	KSAT y MCST: r > 0.70*	ICC KSAT: > 0.90 - SEM ≤ 0.98s. ICC MCTS: >0.90 – SEM ≤ 0,74 W·kg ⁻¹ . UAC ROC KASTsimple: 0.925 UAC ROC KASTmúltiple: 0.907 Clasificación de grupos KASTsimple: 78.6% Clasificación de grupos KASTmúltiple: 88.1%
		24 atletas (edad 19,8 ± 3,1 años; Masa corporal: 72,4 ± 8,6; Altura: 176,1 ± 5,9 cm; Experiencia previa: 4,9 ± 2,2 años; Nivel: élite/subélite	MCST	Test de sprint repetidos en ciclismo		
Nunan, 2006	Karate	5 (100% hombres): Edad: 31 ± 9 años; Masa corporal: 78,9 ± 13,2 kg; Altura: 1,80 ± 0,05 m; Experiencia previa: 15,4 ± 8,6 años; Nivel: competitivo	#KSAT	Prueba incremental de Karate	TE y VO2 pico relativo: R ² = 0,77*	ICC TE: >0.90 CV: 4.57% No hubo diferencias significativas en VO2 pico absoluto, VO2 pico relativo, HRM y TE en Test-retest.
Oliveira, et al., 2015	Taekwondo	15 (33% mujeres): Edad: 20,17 ± 1,89 años; Masa corporal: 63,82 ± 9,22 kg; Altura: 170,08 ± 9,87 cm; Nivel: no especificado	#AAKT	Potencia anaeróbica específica de Taekwondo	P _{máx} W. y Fr máx: r = 0.54* P _{máx} *Kg/p W. y Fr máx: r = 0.85* IF W. y AAKT: r = 0.86* P _{mean} W. y Fr mean: r = 0.86*	
			Wingate-Test	Potencia anaeróbica		
Rocha, et al., 2016	Taekwondo	17 (100% hombres): Edad: 17,59 ± 4,34 años; Masa corporal: 61,3 kg ± 8,7 kg; Altura: 1,72 m ± 0,07 m; Nivel: élite	#TAST	Potencia anaeróbica específica de Taekwondo	CMJ y n° técnicas TSAT: r = 0.59* CMJ y P _{mean} TSAT: r = 0.56* IF W. y TSAT: r = 0.88*	ICC TSAT: >0.89
			Wingate-Test	Potencia anaeróbica		
			CMJ	Potencia mecánica		

Tabla 1. Continuación.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación		Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad
Sant'Ana, et al., 2014	Taekwondo	10 (100% hombres): Edad: 25 ± 3 años; Masa corporal 63,7 ± 10,6 kg; Altura 176,6 ± 10,3 cm; Nivel: no especificado	#TAT	Potencia anaeróbica específica Taekwondo	CMJ y AKC (tiempo medio de patada) TAT: r= 0.70*	
			CMJ	Potencia mecánica	CMJ y BKT (mayor impacto de patada) TAT: r= -0.89* CMJ y MKT (mejor tiempo de patada) TAT: r= -0.79*	
Sant'Ana, et al., 2019	Taekwondo	18 (100% hombres): Edad: 25,3 ± 4,8 años; Masa corporal: 76,1 ± 8,2 kg; Altura: 171,81 ± 4,72 cm; Experiencia previa: 8,2 ± 4,7 años; Nivel: cinturón negro	#PSTT	Prueba incremental específica	VO2 peak PSTT y IT: r= 0.86*	
			IT	Prueba incremental en cinta rodante		
Taati, et al., 2022	Taekwondo	65 (100% hombres): Edad: 18-35 años; Nivel: cinturón negro/rojo	#TAAA	Prueba de agilidad aeróbica-anaeróbica específica	Fr media TAAA y P media W.: r= 0.55*	
			IT	Prueba incremental en cinta rodante	Fr máx TAAA y P máx W.: r=0.79*	
			Wingate-Test	Potencia anaeróbica	TAAA y T-Test: r= 0.74*	
			T-Test	Prueba de velocidad		
Tabben, et al., 2014	Karate	17 (17,7% mujeres): Edad hombres: 24,1 ± 4,6 años; Masa corporal hombres: 65,7 ± 10,8 kg; Edad mujeres: 19 ± 3,6 años; Masa corporal mujeres: 54,1 ± 0,9 kg; Nivel: internacional	#KST	Test específico de Karate	VO2 peak y TE KST: r= 0.71*	SEM y ICC VO2 peak relativo y absoluto y TE fueron <5% y >0.90 respectivamente VO2peak KST=VO2máx IT: t= -1,85, gl = 12, p= 0.08, d z = 0,51
			IT	Prueba incremental en cicloergómetro		

Tabla 1. Continuación.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación		Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad
Tayech, et al., 2019	Taekwondo	20 (20% mujeres): Edad H.: 17,5 ± 0,64 años; Masa corporal H.: 64,11 ± 7,56 kg; Altura H.: 179,7 ± 7,47 cm; Edad M.: 17,6 ± 0,55 años; Masa corporal M.: 52,32 ± 4,65 kg; Altura M.: 163,2 ± 3,90 cm; Nivel: no especificado	#TAIKT RAST	Prueba anaeróbica específica Prueba de sprints repetidos en carrera	TAIKT y RAST Ppico: r=0.81* TAIKT y RAST Pmean: r=0.72* TAIKT y RAST *W.Kg/p Pico: r=0.70* TAIKT y RAST *W.Kg/p Pmean: r=0.60* IF: r= 0.81*	TAIKT y RAST: ICC>0.90 SEM<5%
Tayech, et al., 2020	Taekwondo	20 (20% mujeres): Experiencia previa: 8,1 ± 2,7 años; Nivel: internacional/nacional	#TAIKT Wingate-Test SJ CMJ	Prueba anaeróbica específica Potencia anaeróbica Potencia mecánica vertical Potencia mecánica vertical	TAIKT y W (w): r= 0.66* TAIKT y WW*Kg/p: r= 0.47* TAIKT y SJ: r= 0.60* TAIKT y CMJ: r= 0.63*	ICC W, SJ y CMJ: >0.90 AUC ROC TAIKT: >0,90 para P absoluta, relativa y pico
Tayech, et al., 2022	Taekwondo	27 (22.2% mujeres): Nivel: internacional/nacional	#TAIKT-Head CJ30s CMJ Flexibilidad S&R	Prueba anaeróbica específica golpeando en la cabeza Potencia anaeróbica - CEA Potencia mecánica vertical Flexibilidad de aductores de cadera Flexibilidad de isquios y espinal	TAIKT-Head y TAIKT W*kg/p: r= 0.74*; R²= 35.14% TAIKT-Head y 4J-CJ30 Pmean (w): r= 0.84*; R²= 69.9% TAIKT-Head y 4J-CJ30 Pmean w*kg/p: r= 0.73*; R²= 52.6% TAIKT-Head y CMJ (w): r= 0.88*; R²= 76.8%	ICC TAIKT-head: ≥ 0.90

Tabla 1. Continuación.

Autor y año	Modalidad	Muestra (media ± DE)	Evaluación		Resultados	
			Test	Capacidad física evaluada	Validez	Fiabilidad
Ulupinar, et al., 2021	Taekwondo	22 (100% hombres): GE: n=12; edad: 16,1±0,9 años; Masa corporal: 58,0±3,0 kg; Altura: 171,4±3,7 cm; Experiencia previa: 7,7±1,7 años; GSE, n = 11, edad: 15,9±0,8 años; Masa corporal: 57,5±5,7 kg; Altura: 169,5±3,2 cm; Experiencia previa: 2,2±0,6 años; Nivel: experimentados/no experimentados	FSKT ₁₀	Frecuencia y velocidad de patada	Experiencia de entrenamiento y FSKT ₁₀ : r = 0.871* GE y, r= 0.924* para GSE	GE ↑ rendimiento en FSKT y FSKT _{mult} respecto a GSE (p<0,05).
			FSKT _{mult}	Frecuencia y velocidad de patada múltiple	Experiencia de entrenamiento y FSKT _{mult} : r = 0.797* GE y, r= 0.853* para GSE	FSKT _{mult} clasificó correctamente al 95.5% de los atletas. FSKT ₁₀ clasificó correctamente al 81.8% de los atletas.
Ulupinar, et al., 2021	Kick Boxing	24 (100% hombres): n = 12, edad: 21,3 ± 1,8 años; Masa corporal: 70,9 ± 9,1 kg; Altura corporal: 176,1 ± 5,9 cm; Experiencia previa: 7,2 ± 1,8 años);	FSKT ₁₀	Frecuencia y velocidad de patada		Clasificación de grupos: Rendimiento del CMJ mayores en el grupo de élite que en el grupo de subélite (p < 0.001 y d= 2.56; p = .001 y d = 1.49, respectivamente).
		n = 12, edad: 20,0 ± 1,6 años; Masa corporal 69,1 ± 5,2 kg; Altura corporal 177,1 ± 4,5 cm; Experiencia previa: 6,2 ± 0,6 años; Nivel: élite/subélite	CMJ	Potencia mecánica vertical		FSKT clasificó correctamente al 91.7% de los atletas élite y subélite.

#Test específicos de la modalidad; *resultados significativos: p< 0.05

Nota. 4J-CJ30: 4 primeros saltos del test CJ30; 5 saltos uni.: 5 pruebas de saltos horizontales unilaterales; AAKT: test de potencia anaeróbica de taekwondo; AKC: tiempo medio de patada; BKT: mayor impacto de patada; CMJ: salto con contra movimiento; CJ30: test de saltos repetidos en 30 segundos; CV: coeficiente de variación; ES: tamaño del efecto; Equilibrio est.: equilibrio estático a 1 pierna; FC: frecuencia cardiaca; FR: frecuencia; FSKT: frecuencia de velocidad de patada de Taekwondo; GE: grupo con experiencia; GSE: grupo sin experiencia; HRM: frecuencia cardiaca media; ICC: índice de correlación intraclass; IF: índice de fatiga; IT: test incremental; J3H: triple salto horizontal unilateral; KSAT: test de velocidad de karate; LJ: salto de longitud; MCST: test de sprint repetidos en ciclismo; MKT: mejor tiempo de patada; P: potencia; Prueba t: comparación estadística; PSTT: Prueba específica incremental de Taekwondo; RAST: prueba de sprints repetidos; ROC AUC: área bajo la curva de ROC; RPE: índice de esfuerzo percibido; SEM: error estándar de medición; SJ: sentadilla con salto; S&R: sit and reach; T-Test: test de velocidad de cambio de dirección; TAIKT: prueba anaeróbica específica de taekwondo; TAAA: prueba de agilidad aeróbica-anaeróbica específica de taekwondo; TAT: test de potencia anaeróbica de taekwondo; ; TKD Test: test específico de taekwondo; T-COD: test de cambio de dirección; TE: tiempo hasta el agotamiento; TSAT: test de velocidad de desplazamiento de taekwondo; TST: test de velocidad de cambio de dirección de taekwondo; TREAD Test: prueba incremental en cinta rodante; VAM: velocidad aeróbica máxima; VO2: consumo de oxígeno; VT1: umbral ventilatorio 1; VT2: umbral ventilatorio 2; VVT2: velocidad al segundo umbral ventilatorio.

Medidas de resultado

Para valorar la validez de las pruebas específicas de las modalidades deportivas, estas se han comparado con test de campo o laboratorio para identificar aquellos test específicos que pueden ser más válidos. Respecto a los aspectos neuromusculares y de potencia mecánica de los miembros inferiores, los test utilizados han sido CMJ, SJ, LJ, J3H y 5 saltos horizontales unipodales, donde se han encontrado correlaciones desde débiles ($r > 0.10 < 0.39$) a fuertes ($> 0.70 < 0.89$) observándose los mejores resultados en el mayor impacto de patada en el test TAT respecto al CMJ ($r = 0.89$) (Sant'Ana, et al., 2014). En cuanto a la potencia anaeróbica, se han utilizado los test *Wingate* y CJ30s encontrado correlaciones de moderadas ($r > 0.39 < 0.70$) a fuertes ($> 0.70 < 0.89$), donde el mejor resultado se ha encontrado en el índice de fatiga del TAST respecto al *Wingate* ($r = 0.88$) (Oliveira, et al., 2015). En cuanto a las pruebas de sprint repetidos RAST y MCST, ha habido correlaciones moderadas a fuertes, en pruebas anaeróbicas o incrementales específicas, observándose los mejores resultados en la potencia pico del test TAIKT respecto al RAST ($r = 0.81$) (Tayech, et al., 2019). En cuanto a pruebas de cambio de dirección T-COD y T-Test, se han observado correlaciones de moderadas a fuertes, respecto test específicos que incluían cambio de dirección, contemplando los mejores valores en el test TAAA respecto al T-Tets ($r = 0.74$) (Taati, et al., 2022). En relación con las pruebas incrementales (IT), se han visto correlaciones desde moderadas respecto a pruebas específicas incrementales, hallándose los mejores resultados en el TKD test, donde no se encontraron diferencias significativas en el VO₂pico, VO₂ VT1 y VO₂ VT2 respecto a un test en incremental en cinta rodante (Araujo, et al., 2017). En cuanto al equilibrio, se han visto correlaciones débiles en equilibrio estático a moderadas y, moderadas a fuertes en equilibrio dinámico, ubicándose el mejor resultado en el TST test respecto al Equilibrio-Y ($r = 0.74$) (Aloui, et al., 2022). Respecto a la flexibilidad, no hubo asociaciones significativas.

En cuanto a las medidas de fiabilidad de los test específicos, 13 de ellos (54%) evaluaron el índice de correlación intraclase (ICC), observándose valores mayores de 0.85, por lo que indican una alta reproductividad de las pruebas test-retest, aunque hubo un estudio donde se encontraron valores de ICC moderados (0.60) del test FSKT_{mult} (da Silva Santos, et al., 2020). Además, en algunos estudios se tomó como variable el coeficiente de variación (CV) ($n = 3$), el error estándar de la media (SEM) ($n = 2$) y, el tamaño del error de medición (TEM) ($n = 1$), aportando valores $< 5\%$, por lo que, aportan mayor fiabilidad a las pruebas. En 5 estudios se tuvo en cuenta el área bajo la curva de ROC (UAC ROC), dando valores > 0.90 aportando altos valores de sensibilidad y especificidad de las pruebas, aunque solo hubo un estudio realizado con la prueba SKAT donde se encontró un AUC ROC de 0.76 (Ben Hassen, et al., 2022).

Discusión

La presente revisión, se realizó para identificar aquellos test específicos de las modalidades de *striking* que se muestran válidos y fiables para la valoración de factores de rendimiento importantes en estas disciplinas y, en base a estos, ver cuales pueden utilizarse en disciplinas como el Muay Thai y el K1.

Por lo que se ha observado en esta revisión, es complejo diseñar una prueba específica que cumpla con las demandas del deporte. Además, esa complejidad se agrava más si los protocolos con los que se pretenden validar los test son metodológicamente incorrectos (da Silva Santos, et al., 2020). A esta misma conclusión llegaron en revisiones pasadas (Chaabene, et al., 2018).

Por la naturaleza de los deportes de combate, resulta complejo evaluar a los deportistas, ya que, al ser disciplinas abiertas con un carácter impredecible, acíclicas, con acciones intermitentes de alta intensidad, no está claro cómo los diversos atributos fisiológicos y/o las habilidades técnicas específicas influyen en el rendimiento de resistencia en los deportes de combate (Barley, et al., 2019). Por ello, parece ilusorio que se pueda llegar a mediciones tan precisas como deportes cíclicos de larga duración (Bentley, et al., 2007). Parte de que esto no sea real, se debe a que hay menos avance científico y/o menor tecnología específica disponible (Chiementin, et al., 2013). No obstante, cada día está habiendo más interés por este tipo de disciplinas, surgiendo así, mayor avance científico en los últimos años (Chaabene, et al., 2018).

Es interesante recalcar, que al diseñar un test es importante evaluar aquella variable que se pretende medir de manera precisa, es decir, comparar pruebas de la misma naturaleza fisiológica para poder obtener conclusiones más fuertes sobre los resultados.

Yendo en esta línea, en esta revisión se han encontrado algunos resultados sin diferencias significativas entre pruebas incrementales específicas y no específicas (Araujo, et al., 2017), lo que indica que ha habido un buen protocolo a la hora de diseñar la prueba. Otras medidas han sido más dispares, encontrándose para una misma prueba específica como TAIKT, correlaciones 0.47 en $W \cdot Kg/p$ respecto al test *Wingate* (Tayech, et al., 2020) y correlaciones de 0.70 en $W \cdot Kg/p$ respecto al test RAST (Tayech, et al., 2019), lo que indica que hay que seleccionar bien las pruebas para que estas tengan un componente fisiológico similar.

Según los resultados de este trabajo, se han podido encontrar diferentes test validados que pueden servir para evaluar los factores de rendimiento de una misma modalidad, como es el caso del Taekwondo (Sant'Ana, et al., 2019; Tayech, et al., 2019) o el Karate (Chaabene, et al., 2015; Tabben, et al., 2014). En cuanto al Kick Boxing, existe una prueba (KAST) diseñada para evaluar la capacidad de repetir esfuerzos intermitentes de los deportistas, que obtuvo correlaciones fuertes ($r = 0.70$) respecto a un test de sprint repetidos en ciclismo (MCST) (Gençoğlu, et al., 2023).

Es por ello, que este test podría ser un buen punto de partida para evaluar a los deportistas de Muay Thai y K1, ya que se han visto ratios de esfuerzo:pausa similares entre Muay Thai y Kick Boxing (Silva, et al., 2011). No obstante, en el Kick Boxing solo utilizan técnicas de puño y pierna, pero en las modalidades mencionadas anteriormente, también utilizan golpes de rodilla como es el caso del K1 y, golpes de rodilla y codo, como es el caso del Muay Thai. Por lo tanto, la prueba no estaría ajustándose a las características técnicas de estas modalidades.

Otra problemática del KAST realizado por Gençoğlu et al. (2023), es que pretende comparar esfuerzos de diferente naturaleza fisiológica, por lo que, se podría perder precisión en la medida. La versión del test $KAST_{single}$, trata hacer 5 repeticiones de una técnica compuesta de 4 golpes de puño y pierna, comparada con el test $MCST_{single}$ en un esfuerzo máximo de 6 segundos de ciclismo. 5 repeticiones seguidas de esta técnica es más del doble que 6 segundos, por lo que, reducir el número de éstas, puede ser una buena alternativa. También, pretenden comparar la versión del test $KAST_{multiple}$, en el que se realizan 5 series de 5 repeticiones de una técnica compuesta de 4 golpes de puño y pierna, intercaladas con descansos de 10s de recuperación pasiva, comparada con la versión del test $MCST_{multiple}$, que trata de 5 series de 6 segundos de sprint máximo intercaladas con 10 segundos de recuperación pasiva. Aunque esta versión de test, tiene una naturaleza intermitente como los deportes de combate, sigue sin haber semejanza en los tiempos de esfuerzo de ambas pruebas. Otra problemática, es que a medida que se realizan series del $KAST_{multiple}$, el deportista tardará más tiempo en realizar la serie por la

fatiga acumulada, en cambio, en el MCST_{multiple}, siempre realizará el mismo tiempo de esfuerzo. Una buena alternativa, sería reducir el número de repeticiones que realiza a medida que avanzan las series, para que haya una menor disparidad en el tiempo de ambas pruebas. Además, como se comentó en la introducción de la presente revisión, los deportes de combate tienen una recuperación activa entre esfuerzos, por lo que, incluir recuperaciones activas con movimientos en posición de guardia alrededor del saco podría ser una buena alternativa. Por último, los autores realizaron la validación del test midiendo los vatios medios producidos en el test MCST en relación a la masa corporal y, el tiempo total de la prueba del KAST. Esto puede inducir a error, ya que diferentes deportistas con diferentes masas corporales podrían dar resultados distintos en la ejecución de las técnicas (Apollaro, et al., 2023; Podhurskyi, 2020). Por ello, contabilizar el tiempo del KAST en relación a estas cuestiones puede dar resultados más precisos.

Hasta la fecha, no se han registrado diseños de pruebas para evaluar el rendimiento de manera ecológica de los deportistas de Muay Thai y K1. Por este motivo, en esta revisión se pretende ofrecer una propuesta para el diseño de una prueba específica para estas modalidades.

Diseño y propuesta de test

Esta propuesta, pretende dar una alternativa de evaluación a aquellas modalidades donde se utilizan los puños, las piernas y las rodillas como técnicas.

Strike Combat Ability Test (SCAT)

Se distribuirá en 2 formas de test diferentes. Una pretende calcular la capacidad de Sprint máximo de los sujetos y, la otra, hacer el cálculo de la capacidad para mantener sprints repetidos de manera intermitente.

Los test se realizarán en un saco donde habrá un ayudante sujetando el saco para evitar balanceos. Además, la distancia mínima a la que se tendrán que situar los sujetos será la correspondiente a la mano adelantada con el brazo recto (ver imágenes en anexos). Los golpes de puño serán efectuados a la altura de la cara de los sujetos y, las patadas y los rodillazos serán ejecutados a una altura comprendida entre las crestas iliacas de los sujetos y el hombro. Estas distancias serán marcadas con cinta adhesiva para un mayor control. Se medirá el tiempo de ejecución mediante la grabación de vídeo del test con un *Smartphone* para un control más preciso del tiempo.

SCAT_{simple}: 2 repeticiones seguidas a la máxima intensidad de una combinación técnica compuesta por 6 golpes (*jap, right middle kick, right knee, cross, left middle kick and left knee*) respectivamente. Este test contabilizará el tiempo total de ejecución del test y, se establecerá el tiempo relativo en función de la masa corporal. De esta manera, permitimos relativizar el tiempo de forma más precisa, ya que hay una proporción inversa entre la masa del sujeto y el tiempo de ejecución de las técnicas.

SCAT_{repetido}: 5 series con una composición de 2 repeticiones seguidas a la máxima intensidad de una combinación técnica compuesta por 6 golpes (*jap, right middle kick, right knee, cross, left middle kick and left knee*) respectivamente, intercaladas con 10 segundos de recuperación activa. Este test contabilizará el tiempo total de ejecución del test y, se establecerá el tiempo relativo en función de la masa corporal, además de hacer el cálculo del índice de fatiga de las series del test.

Tiempo relativo: el tiempo relativo se calculará midiendo el tiempo total del test en segundos, partido la masa corporal del sujeto en kilogramos.

$$Tiempo\ relativo = \frac{Tiempo\ total\ (s)}{m\ (kg)}$$

Índice de fatiga: el índice de fatiga se calculará tomando como valor el peor tiempo de las 5 series del test SCAT_{repetido}, menos el mejor tiempo del test, partido por el peor tiempo de la prueba y multiplicado por 100.

$$\acute{I}ndice\ de\ fatiga\ \% = \frac{Peor\ tiempo\ (s) - mejor\ tiempo(s)}{Peor\ tiempo\ (s)} \times 100$$

Conclusión

Cada vez hay más practicantes en los deportes de combate en todo el mundo. Es por ello, que el correcto control y evaluación de los indicadores de rendimiento es indispensable para determinar la evolución de los deportistas a lo largo del tiempo. En la actualidad, se testea a los deportistas de estas modalidades con pruebas no específicas que a menudo buscan aislar una característica física con una baja especificidad deportiva. En estas modalidades hay muchísimas variables técnicas y fisiológicas a las que hay que atender, por lo que su adecuado entendimiento de cada una de ellas es determinante para el desarrollo de pruebas específicas del deporte. Es por ello, que varios autores se embarcan en el diseño de pruebas que puedan evaluar el rendimiento de los deportistas de combate de manera ecológica. En concreto, en las modalidades de *striking* como el Taekwondo y el Karate ya cuentan con varias pruebas diferentes validadas científicamente para tal fin, pero hay muchas de estas modalidades que no cuentan con estas evaluaciones como es el caso del Muay Thai y el K1.

El diseño de pruebas específicas puede proporcionar a los entrenadores técnicos de las escuelas y preparadores físicos valor para controlar el desarrollo de los deportistas y, poder tomar decisiones en la orientación de los entrenamientos. Es importante recalcar que una sola prueba específica no aportará valor suficiente de los indicadores de rendimiento del deporte en cuestión. Para ello, es necesario evaluar a los deportistas tanto con pruebas específicas como no específicas, para poder tener una imagen completa del deportista. La combinación de pruebas de campo específicas, junto con pruebas no específicas que requieren de más tecnología, puede proporcionar a los preparadores físicos un cambio de paradigma en el desarrollo atlético de los deportistas de combate.

Bibliografía

- Albuquerque, M. R., Tavares, L. D., Longo, A. R., Mesquita, P. H. C., & Franchini, E. (2022). Relationship between Indirect Measures of Aerobic and Muscle Power with Frequency Speed of Kick Test Multiple Performance in Taekwondo Athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 43(03), 254-261.
- Aloui, A., Tayech, A., Mejri, M. A., Makhlof, I., Clark, C. C., Granacher, U., ... & Ben Abderrahman, A. (2022). Reliability and validity of a new taekwondo-specific change-of-direction speed test with striking techniques in elite taekwondo athletes: A pilot study. *Frontiers in Physiology*, 13, 625.
- Apollaro, G., PV, S. M., Herrera-Valenzuela, T., Franchini, E., & Falcó, C. (2023). Time-motion analysis of taekwondo matches in the Tokyo 2020 Olympic Games. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Araujo, M. P., Nóbrega, A. C., Espinosa, G., Hausen, M. R., Castro, R. R., Soares, P. P., & Gurgel, J. L. (2017). Proposal of a new specific cardiopulmonary exercise test for taekwondo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1525-1535.
- Barley, O. R., Chapman, D. W., Guppy, S. N., & Abbiss, C. R. (2019). Considerations when assessing endurance in combat sport athletes. *Frontiers in physiology*, 10, 205.
- Ben Hassen, S., Negra, Y., Uthoff, A., Chtara, M., & Jarraya, M. (2022). Reliability, Validity, and Sensitivity of a Specific Agility Test and Its Relationship With Physical Fitness in Karate Athletes. *Frontiers in Physiology*, 13, 465.
- Bentley, D. J., Newell, J., & Bishop, D. (2007). Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. *Sports medicine*, 37, 575-586.
- Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., & Franchini, E. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1221-1228.
- Chaabène, H., Hachana, Y., Attia, A., Mkaouer, B., Chaabouni, S., & Chamari, K. (2012). Relative and absolute reliability of karate specific aerobic test (ksat) in experienced male athletes. *Biology of Sport*, 29(3), 211-215.
- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., Montassar, M., & Chamari, K. (2012). Reliability and construct validity of the karate-specific aerobic test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(12), 3454-3460.
- Chaabene, H., Hachana, Y., Franchini, E., Tabben, M., Mkaouer, B., Negra, Y., ... & Chamari, K. (2015). Criterion related validity of karate specific aerobic test (KSAT). *Asian journal of sports medicine*, 6(3).
- Chaabene, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Capranica, L., Franchini, E., Prieske, O., ... & Granacher, U. (2018). Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: A systematic review with practical recommendations. *Frontiers in physiology*, 9, 386.

- Chaabene, H., Negra, Y., Capranica, L., Bouguezzi, R., Hachana, Y., Rouahi, M. A., & Mkaouer, B. (2018). Validity and reliability of a new test of planned agility in elite taekwondo athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2542-2547.
- Chiementin, X., Crequy, S., & Bertucci, W. (2013). Validity and reliability of the G-Cog device for kinematic measurements. *International journal of sports medicine*, 945-949.
- 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.
- da Silva Santos, J. F., & Franchini, E. (2016). Is frequency speed of kick test responsive to training? A study with taekwondo athletes. *Sport Sciences for Health*, 12, 377-382.
- da Silva Santos, J. F., & Franchini, E. (2018). Frequency speed of kick test performance comparison between female taekwondo athletes of different competitive levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2934-2938.
- da Silva Santos, J. F., Lopes-Silva, J. P., Loturco, I., & Franchini, E. (2020). Test-retest reliability, sensibility and construct validity of the frequency speed of kick test in male black-belt taekwondo athletes. *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 20(3), 38-46.
- da Silva Santos, J. F., Wilson, V. D., Herrera-Valenzuela, T., & Machado, F. S. M. (2020). Time-motion analysis and physiological responses to taekwondo combat in juvenile and adult athletes: a systematic review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(2), 103-121.
- Del Vecchio, F. B., Bianchi, S., Hirata, S. M., & Chacon-Mikahili, M. P. T. (2007). Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Movimento e percepção*, 7(10), 263-281.
- García Bastida, J. (2014). Análisis de los métodos más frecuentes de obtención de la victoria en las Artes Marciales Mixtas.
- Gençoğlu, C., Ulupınar, S., Özbay, S., Ouergui, I., & Franchini, E. (2023). Reliability and validity of the kickboxing anaerobic speed test. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 94(3), 715-724.
- James, L. P., Haff, G. G., Kelly, V. G., & Beckman, E. M. (2016). Towards a determination of the physiological characteristics distinguishing successful mixed martial arts athletes: a systematic review of combat sport literature. *Sports Medicine*, 46, 1525-1551.
- Julio, U. F., & Franchini, E. (2021). Developing aerobic power and capacity for combat sports athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 16(1s), 10-59.
- Jungman, M., & Wilson, J. R. (2016). Physiological characteristics of Brazilian jiu jitsu and judo as compared to muay thai. *Sport Exerc Med Open J*, 2(1), 7-12.
- Laursen, P., & Buchheit, M. (2019). *Science and application of high-intensity interval training*. Human kinetics.
- Lopes-Silva, J. P., & Franchini, E. (2021). Developing anaerobic power and capacity for combat sports athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 16(1s), 60-85.

- Magnani Branco, B. H., & Franchini, E. (2021). Developing maximal strength for combat sports athletes. *Revista de Artes Marciales Asiáticas*, 16(1s), 86-132.
- Martial Arts | ONE Championship - The Home Of Martial Arts. (2019). ONE Championship - the Home of Martial Arts. <https://www.onefc.com/martial-arts/>
- Nichapa. (2023, 26 octubre). Muay Thai Rules from The First Muay Thai Stadium [Full-Guide]. Rajadamnern. <https://rajadamnern.com/blog/muay-thai-rules/>
- Nunan, D. (2006). Development of a sports specific aerobic capacity test for karate-a pilot study. *Journal of sports science & medicine*, 5(CSSI), 47.
- Oliveira, M. P., Szmuchowski, L. A., Gomes Flor, C. A., Gonçalves, R., & Couto, B. P. (2015). Correlation between the performance of taekwondo athletes in an Adapted Anaerobic Kick Test and Wingate Anaerobic Test. In *Proceedings of the 1st World Congress on Health and Martial Arts in Interdisciplinary Approach, HMA*, ed RM Kalina (Warsaw: Archives of Budo) (pp. 130-134).
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International journal of surgery*, 88, 105906.
- Podhurskyi, S. E. (2020). Performance of striking techniques among qualified Muay Thai athletes of different weight classes. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(2), 294-304.
- Reglamentos – WKC – World Kick Boxing Council – CMK – Consejo Mundial de Kick Boxing. (s. f.). <https://www.worldkickboxingcouncil.org/reglamentos/>
- REGLAMENTOS DE MUAYTHAI IFMA 2021 TRADUCIDO AL CASTELLANO. (n.d.). <https://www.fakm.org/documentos/2021/reglamentos/Reglamento%20IFMA%20castellano%202021.pdf>
- ROCHA, F., LOURO, H., MATÍAS, R., & COSTA, A. (2016). Anaerobic fitness assessment in taekwondo athletes. A new perspective. *Motricidade*. 12 (2): 127-139.
- Roi, G. S., & Bianchedi, D. (2008). The science of fencing: implications for performance and injury prevention. *Sports medicine*, 38, 465-481.
- Sant'Ana, J., Diefenthaler, F., Dal Pupo, J., Detanico, D., Guglielmo, L. G. A., & Santos, S. G. (2014). Anaerobic evaluation of Taekwondo athletes. *International SportMed Journal*, 15(4), 492-499.
- Sant'Ana, J., Franchini, E., Murias, J. M., & Diefenthaler, F. (2019). Validity of a taekwondo-specific test to measure VO₂peak and the heart rate deflection point. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(9), 2523-2529.
- Schober, Patrick MD, PhD, MMedStat; Boer, Christa PhD, MSc; Schwarte, Lothar A. MD, PhD, MBA. Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia* 126(5):p 1763-1768, May 2018. | DOI: 10.1213/ANE.0000000000002864
- Silva, J. J. R., Del Vecchio, F. B., Picanço, L. M., Takito, M. Y., & Franchini, E. (2011). Time-motion analysis in Muay-Thai and kick-boxing amateur matches. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(3), 490-496.

- Taati, B., Arazi, H., Bridge, C. A., & Franchini, E. (2022). A new taekwondo-specific field test for estimating aerobic power, anaerobic fitness, and agility performance. *Plos one*, *17*(3), e0264910.
- Tabben, M., Coquart, J., Chaabène, H., Franchini, E., Chamari, K., & Tourny, C. (2014). Validity and reliability of a new karate-specific aerobic field test for karatekas. *International journal of sports physiology and performance*, *9*(6), 953-958.
- Tack, C. (2013). Evidence-based guidelines for strength and conditioning in mixed martial arts. *Strength & Conditioning Journal*, *35*(5), 79-92.
- Tayech, A., Mejri, M. A., Chaabene, H., Chaouachi, M., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2018). Test-retest reliability and criterion validity of a new Taekwondo Anaerobic Intermittent Kick Test. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *59*(2), 230-237.
- Tayech, A., Mejri, M. A., Chaouachi, M., Chaabene, H., Hambli, M., Brughelli, M., ... & Chaouachi, A. (2020). Taekwondo anaerobic intermittent kick test: discriminant validity and an update with the gold-standard wingate test. *Journal of human kinetics*, *71*, 229.
- Tayech, A., Mejri, M. A., Makhoulouf, I., Uthof, A., Hambli, M., Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2022). Reliability, criterion-concurrent validity, and construct-discriminant validity of a head-marking version of the taekwondo anaerobic intermittent kick test. *Biology of Sport*, *39*(4), 951-963.
- Turner, A. N. (2009). Strength and conditioning for Muay Thai athletes. *Strength & Conditioning Journal*, *31*(6), 78-92.
- Ulupinar, S., Özbay, S., & Gençoğlu, C. (2021). 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.
- Ulupinar, S., Özbay, S., & Gençoğlu, C. (2021). The effectiveness of taekwondo-specific single and multiple frequency speed of kick tests in distinguishing the experienced and novice taekwondo players. *Spor Hekimligi Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine*, *56*(3).
- Unified rules of mixed martial arts. (2018, octubre 31). Ufc.com. <https://www.ufc.com/unified-rules-mixed-martial-arts>
- WBC MUAYTHAI. (2024, 21 febrero). RULES & REGULATIONS my - WBC MUAYTHAI. WBC MUAYTHAI - (OFFICIAL WEBSITE). <https://www.wbcmuaythai.com/rules-regulations>
- Yellow, P. (s. f.). Rules. GLORY Kickboxing. <https://glorykickboxing.com/rules>
- Zarco Pleguezuelos, P. (2016). Reglamento de Judo abreviado período 2014-2016.

Anexos



Nota. a) Posición de inicio del test; b) Posición para marcar la zona objetivo de golpeo de piernas.

Técnicas Strike Combat Ability Test



Nota. a) Jap; b) right middle kick; c) right knee.



Nota. a) Cross; b) left middle kick; c) left knee.

