Condicionantes físicos y fisiológicos del rendimiento en taekwondo olímpico: una revisión de la literatura e implicaciones para el entrenamiento

Physical and physiological determinants of Performance in olympic Taekwondo: a literature review and implications for training

Luciana Angiolillo[1]
https://orcid.org/0000-0001-5851-2963

Adrián Casas[1]
https://orcid.org/0000-0002-7664-4799

[1]Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales (UNLP-CONICET), Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

RESUMEN

Objetivo: Analizar la evidencia científica disponible sobre los condicionantes físicos y fisiológicos que influyen en el rendimiento en taekwondo olímpico, y proponer orientaciones para el entrenamiento.

Metodología: Se realizó una revisión narrativa de literatura científica, organizada en cuatro ejes: (1) análisis competitivo; (2) parámetros fisiológicos; (3) incidencia y prevalencia de lesiones; y (4) condición física y su relación con el rendimiento. Se consultó en el Metabuscador de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCyT).

Resultados: Se seleccionaron 13 artículos que, junto con literatura complementaria, permitieron describir una evolución hacia combates más intensos. Los parámetros fisiológicos evidenciaron altas demandas cardiorrespiratorias y un predominio del sistema aeróbico, con acciones explosivas sostenidas por el sistema fosfagénico. La incidencia de lesiones se concentró en extremidades inferiores. Finalmente, los estudios destacaron la relevancia de la fuerza explosiva, la velocidad y la flexibilidad como componentes importantes de la condición física del taekwondista de alto nivel.

Conclusión: Esta revisión integra de manera estructurada la evidencia disponible sobre los factores que determinan el rendimiento en taekwondo olímpico, abarcando la dinámica competitiva, las respuestas fisiológicas, la incidencia y prevalencia de lesiones y los componentes de la condición física.

Palabras clave: deporte de combate, rendimiento deportivo, prevención de lesiones, condición física, parámetros fisiológicos

RPCAFD

ORIGINAL

Recibido: 12 de junio de 2026
Aceptado: 18 de setiembre de 2026

Correspondencia:
Rafael Gambino Teixeira

E-mail:
langliolillo@fahce.unlp.edu.ar

CINEMAROS SAC

ABSTRACT

Objective: To analyse the available scientific evidence on the physical and physiological factors that influence performance in Olympic taekwondo, and to propose training guidelines.
Methodology: A narrative review of scientific literature was conducted, organised into four main areas: (1) competitive analysis; (2) physiological parameters; (3) injury incidence and prevalence; and (4) physical fitness and its relationship with performance. Sources were consulted through the Metasearch Engine of the Electronic Library of Science and Technology (MINCyT).
Results: Thirteen articles were selected which, together with complementary literature, described a progression towards more intense bouts. Physiological parameters showed high cardiorespiratory demands and a predominance of aerobic contribution, with explosive actions supported by the phosphagen system. Injury incidence was mainly concentrated in the lower limbs. Finally, the studies highlighted the importance of explosive strength, speed, and flexibility as key components of elite taekwondo athletes' physical fitness.
Conclusions: This review provides a structured and integrated synthesis of the evidence on the factors that determine performance in Olympic taekwondo, covering competitive dynamics, physiological responses, injury incidence, and physical fitness components.

Keywords: combat sport, sport performance, injury prevention, physical fitness, physiological parameters

Introducción

El término "taekwondo olímpico" hace referencia específicamente a la modalidad competitiva de combate (kyorugi), regulada por la World Taekwondo (WT) e incorporada al programa oficial de los Juegos Olímpicos Modernos desde los Juegos Olímpicos de Sídney 2000. Las competiciones se organizan por sexo y categoría de peso (ocho categorías femeninas y ocho masculinas). En los Juegos Multideportivos, estas categorías se reducen y unifican en cuatro para cada sexo. Cada categoría de peso se desarrolla en un solo día, generalmente durante un lapso de 12 horas (de 8 a 20 h) como ocurrió en los JJ. OO. de París 2024. Los competidores deben superar entre 4 y 5 combates para obtener medalla, con períodos de descanso que oscilan entre 60 y 300 minutos. Los combates ocurren en un área de competencia octagonal, en donde se enfrentan dos deportistas, durante 2(3) asaltos de 2 minutos cada uno, separados por intervalos de 1 minuto de descanso. Los puntos se obtienen a través de golpes con el puño al tronco o patadas dirigidas al tronco o la cabeza, registrados mediante un sistema de sensores electrónicos implementado desde 2009. Cada categoría de peso tiene un umbral de puntaje mínimo para registrar contacto. Una característica del taekwondo es su naturaleza intermitente, en donde se alternan períodos de baja intensidad o esfuerzos submáximos y períodos de alta intensidad o esfuerzos máximos[1,2].

Estas características estructurales de la competencia imponen demandas específicas sobre el rendimiento de los taekwondistas, por lo que, comprenderlas constituye un requisito fundamental para planificar y orientar el proceso de entrenamiento. Diariamente, los deportistas se involucran en un proceso complejo y planificado de actividades conocido como entrenamiento deportivo, orientado al desarrollo de estados específicos de rendimiento[3]. Este proceso se fundamenta en la integración de teorías, evidencia científica, experiencias prácticas y consideraciones contextuales, que interactúan de manera dinámica y cambiante[3,4].

La evidencia científica disponible sobre taekwondo se ha desarrollado de manera fragmentada y se encuentra publicada predominantemente en idioma inglés, lo que

puede limitar su accesibilidad a entrenadores y deportistas de habla hispana, particularmente en aquellos casos en que existe una limitada familiaridad con la literatura científica. Cabe señalar que existen revisiones previas que han contribuido a caracterizar los perfiles físicos y fisiológicos de los taekwondistas. Por ejemplo, Bridge et al.[5] realizaron una revisión sobre las características físicas y fisiológicas de los atletas de taekwondo, abordando aspectos como la composición corporal, la capacidad cardiorrespiratoria, la potencia anaeróbica, y otras capacidades relevantes para el rendimiento. Asimismo, Da Silva Santos et al.[6] sintetizaron la evidencia disponible sobre el análisis tiempo-movimiento y las respuestas fisiológicas durante el combate. Kim y Nam[7] realizaron una revisión sistemática centrada en las características físicas y los perfiles de condición física de atletas coreanos de taekwondo. De manera similar, otras revisiones han abordado específicamente la magnitud de las prácticas de descenso rápido de peso[8] y sus posibles efectos sobre el rendimiento en deportes de combate, incluyendo el taekwondo[9].

En este sentido, identificamos la necesidad de integrar y actualizar la evidencia existente, considerando conjuntamente el análisis competitivo, los parámetros fisiológicos, la incidencia y prevalencia de lesiones, y la condición física en relación con el rendimiento específico. Por ello, una síntesis actualizada e integrada en idioma español contribuye a facilitar el acceso al conocimiento científico y favorecer su comprensión en contextos de entrenamiento.

La presente revisión se origina a partir de la siguiente pregunta: ¿Qué evidencia científica existe sobre las características competitivas, los parámetros fisiológicos, la incidencia y prevalencia de lesiones y la condición física, y cuál es su relación con el rendimiento competitivo en taekwondo?

En consecuencia, el objetivo de este estudio es analizar la evidencia científica disponible sobre los condicionantes físicos y fisiológicos que influyen en el rendimiento en taekwondo olímpico, y proponer orientaciones para el entrenamiento.

Metodología

Diseño y estrategias de búsqueda

El presente estudio tiene un diseño de revisión narrativa, centrado en el análisis de la literatura científica publicada entre los años 2000 y 2025 sobre las características competitivas, los parámetros fisiológicos, la incidencia y prevalencia de lesiones, y la condición física y su relación con el rendimiento en taekwondo. La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo mediante el Metabuscador de la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCyT), que permite acceder simultáneamente a 24 colecciones suscritas, entre ellas LA Referencia (Red Federada de Repositorios Institucionales de Publicaciones Científicas), SciELO (Scientific Electronic Library Online) y ScienceDirect. Para ampliar la cobertura de estudios, se incorporó además PubMed, recurso bibliográfico de la National Library of Medicine (NLM) .

Se emplearon diversas combinaciones de palabras clave en español e inglés relacionadas con el taekwondo competitivo, las demandas del combate y el rendimiento, tales como: “taekwondo”, “kyorugi”, “rendimiento deportivo”, “parámetros fisiológicos”, “metabolismo energético”, “epidemiología de lesiones”, “incidencia de lesiones”, “análisis competitivo”, “condición física” y “rendimiento”, entre otras. Las palabras clave se combinaron mediante operadores booleanos (AND, OR), con el propósito de ampliar y focalizar los resultados de búsqueda de acuerdo con los objetivos de la revisión.

La selección de artículos se realizó en varias etapas, incluyendo revisión de títulos y resúmenes, consulta de textos completos cuando fue necesario para confirmar la relevancia del estudio y evaluación conceptual de cada artículo, considerando su aporte a la comprensión del rendimiento en combate y las demandas fisiológicas del taekwondo.

Criterios de inclusión y exclusión

Los estudios incluidos debían ser artículos originales con datos primarios, publicados entre 2000 y 2025, que evaluaran taekwondistas adultos de alto nivel y/o integrantes de selecciones nacionales, y que abordaran al menos uno de los siguientes ejes de interés: (1) análisis competitivo y características de los combates; (2) parámetros

fisiológicos, incluidos indicadores metabólicos y cardiorrespiratorios; (3) incidencia y prevalencia de lesiones; y (4) componentes de la condición física (fuerza, resistencia, velocidad y flexibilidad) y su relación con el rendimiento específico. Se incluyeron publicaciones en español e inglés.

Se excluyeron estudios realizados exclusivamente en poblaciones juveniles, infantiles, recreativas o no competitivas, investigaciones que no evaluaran ninguno de los ejes establecidos, estudios centrados exclusivamente en aspectos técnicos o tácticos sin relación con las variables de interés, revisiones, metaanálisis, cartas al editor, opiniones, resúmenes de congresos y otros documentos sin datos originales. También, se excluyeron estudios en idiomas distintos del español y el inglés.

Resultados

Se identificaron y seleccionaron 13 artículos que cumplían con los criterios establecidos. Sus principales características de los estudios se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características generales de los artículos incluidos

Autor/es	Título	País	Revista	Año	Tipo de Estudio
Angiolillo [11]	Análisis de combates femeninos de taekwondo durante los Juegos Olímpicos de París 2024	Internacional (Juegos Olímpicos de París 2024)	Conexões	2024	Observacional
Shahi & Zareeii [12]	Epidemiology of Sports Injuries in Iran's National Taekwondo Team Selection Competitions for 2024 Olympic Quota: A Prospective Study with 1327 Athletes	Irán	Journal for Research in Sport Rehabilitation	2024	Observacional
Apollaro et al. [13]	Time-motion analysis of taekwondo matches in the Tokyo 2020 Olympic Games.	Internacional (Juegos Olímpicos de Tokio 2020)	The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness	2023	Observacional
Jeong et al. [14]	Incidence of Sport Injuries in the Manchester 2019 World Taekwondo Championships: A Prospective Study of 936 Athletes from 145 Countries.	Internacional (145 países)	International Journal of Environmental Research and Public Health	2023	Observacional
Janowski et al. [15]	Exercise Response to Real Combat in Elite Taekwondo Athletes Before and After Competition Rule Changes.	Polonia	The Journal of Strength & Conditioning Research	2020	Observacional
Khayyat et al. [16]	Physical, physiological and psychological profiles of elite Turkish taekwondo athletes.	Turquía	Biomedical Human Kinetics	2020	Observacional
Dadgostar et al. [17]	Physical Fitness and Cardiovascular Endurance Status of Iranian Elite Female Taekwondo Athletes.	Irán	Asian Journal of Sports Medicine	2020	Observacional
Park & Song [18]	Injuries in female and male elite taekwondo athletes: a 10-year prospective, epidemiological study of 1466 injuries sustained during 250000 training hours	Corea del Sur	British Journal of Sports Medicine	2018	Observacional
Altarriba-Bartes et al. [19]	Epidemiology of injuries in elite taekwondo athletes: two Olympic periods cross-sectional retrospective study	España	BMJ Open	2014	Observacional
Campos et al. [20]	Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation	Brasil	European Journal of Applied Physiology	2012	Observacional
Santos et al. [2]	Relationship Between Attack and Skipping in Taekwondo Contests.	Brasil	The Journal of Strength & Conditioning Research	2011	Observacional
Lin et al. [21]	Anaerobic capacity of elite Taiwanese Taekwondo athletes	Taiwán	Science & Sports	2006	Observacional
Marković et al.[22]	Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes	Croacia	Collegium Antropologicum	2005	Observacional

La Figura 1 expone la interacción entre los condicionantes físicos y fisiológicos para el análisis del rendimiento en taekwondo olímpico y sus interacciones. El esquema articula los cuatro ejes propuestos para su análisis: eje análisis de la competición , eje parámetros fisiológicos , eje incidencias y prevalencia de lesiones, y eje condición física. La interconexión entre estas variables ofrece una visión holística orientada a fundamentar la toma de decisiones metodológicas en la planificación del entrenamiento deportivo.

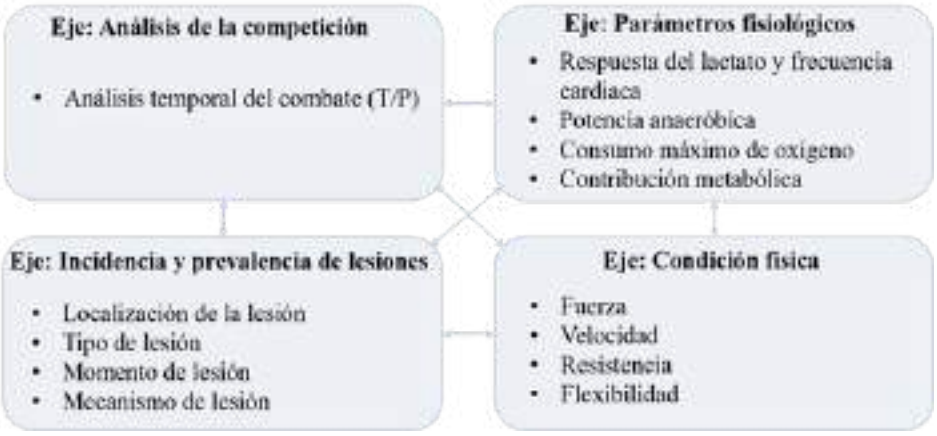

Figura 1. Condicionantes físicos y fisiológicos para el análisis del rendimiento en taekwondo olímpico.

En relación con el eje análisis de la competición, los estudios incluidos examinaron principalmente las características temporales y estructurales del combate, identificando su relación trabajo-pausa y frecuencia de acciones de alta y baja intensidad. La Tabla 2 sintetiza las principales características de los estudios correspondientes a este eje, así como los resultados reportados. Se analizaron distintas ediciones de los Juegos Olímpicos (2008, 2020 y 2024) y un Campeonato Mundial (2007), incluyendo tanto categorías femeninas como masculinas. En conjunto, los estudios contemplaron el análisis de 81 combates.

Tabla 2. Ritmos de trabajo–pausa en taekwondistas de alto rendimiento durante competiciones oficiales

Autor/es	Evento	Categorías de peso*	Combates analizados	Ratio**	AOA***
Santos et al.[2]	JJ. OO. Beijing 2008 y Campeonato Mundial 2007	M	45	AT:ST ~1:7	N/A
Apollaro et al.[13]	JJ. OO. Tokio 2020	F/M	24	AT:ST ~1:1,5 (2,1 s: 3,2 s)	23
Angiolillo[11]	JJ. OO. París 2024	F	12	TI:TL ~1,4:1 (2,4 s: 1,7 s)	25

*M: Masculino. F: Femenino. **AT: Attack Time. ST: Skipping Time. TI: Tiempo de Intercambio. TL: Tiempo de Latencia. ***AOA: Acciones ofensivas por asalto.

En relación con el eje parámetros fisiológicos, los estudios analizaron la respuesta de la frecuencia cardiaca y del lactato, así como también la potencia anaeróbica, consumo de oxígeno máximo y contribución metabólica. La Tabla 3 presenta las características y principales resultados de los estudios incluidos en este eje.

Tabla 3. Características y principales resultados de los estudios sobre parámetros fisiológicos

Variable	Autores	Participantes	Protocolo/test utilizado	Resultados
Contribución metabólica	Campos, et al.[20]	Atletas masculinos de nivel nacional e internacional Brasil (n=10)	Combate simulado de taekwondo: 3 rounds de 2 min, con 1 min de recuperación entre rounds. Se registró VO_2 durante el ejercicio, lactato sanguíneo y componente rápido del EPOC para estimar las contribuciones metabólicas	Contribución energética: Aeróbico 66 ± 6% Anaeróbico láctico 30 ± 6% Anaeróbica aláctica 4 ± 2%
VO_{2max}	Janowski et al.[19]	Equipo nacional de Polonia (n=15)	Test progresivo en cinta rodante con inicio a 8 km/h, incremento de 2 km/h cada 3 minutos.	F: 47.2 ± 3.4 mL·kg^{-1}·min^{-1} M: 55.7 ± 4.6 mL·kg^{-1}·min^{-1}
	Khayat et al.[16]	Equipo nacional masculino de Turquía (n=12)	Test progresivo en cinta rodante con inicio a 9 km/h y aumento de 1 km/h cada minuto con pendiente fija del 1%.	54.1 ± 4.4 mL·kg^{-1}·min^{-1}
	Dalgoso et al.[17]	Equipo Nacional Femenino de Irán (n=13)	Protocolo de Bruce	48.95 ± 7.11 mL·kg^{-1}·min^{-1}
	Marković et al.[18]	Equipo Nacional femenino de Croacia (n=13)	Test progresivo en cinta rodante con inicio a 3 km/h, incremento de 1 km/h cada minuto y pendiente de 1.5°	48.1 ± 2.8 mL·kg^{-1}·min^{-1}
	Khayat et al.[16]	Equipo Nacional masculino de Turquía (n=12)	Wingate	Potencia máxima 12 ± 1.4 W/kg. Potencia media 9 ± 0.7 W/kg M: Potencia máxima (8.42 ± 0.86 W/kg). Potencia media (6.56 ± 0.60 W/kg). Índice de fatiga (42.17 ± 9.02%)
Potencia Anaeróbica	Lin et al.[21]	Equipo Nacional de Taiwán (n=17)	Wingate	F: Potencia máxima (6.64 ± 0.42 W/kg). Potencia media (5.45 ± 0.88 W/kg). Índice de fatiga (42.54 ± 19.73%)
Respuesta de la FC	Janowski, et al.[19]	Equipo nacional de Polonia (n=15)	Monitoreo durante combates reales, mediante sistema inalámbrico BioHarness	Fcmax. 193 ± 11.3 min^{-1}
Respuesta del lactato			Muestras de sangre tomadas antes y después del combate real y durante la recuperación	M: (LAmax): 9.2 ± 1.7 mmol/L F: (LAmax): 8.2 ± 1.3 mmol·L−1

Respecto al eje incidencia y prevalencia de lesiones, los estudios incluidos analizaron la frecuencia, localización, tipo y mecanismo de las lesiones asociadas con la práctica competitiva del taekwondo. La Tabla 4 resume las características de los estudios y los principales resultados relacionados con la incidencia y prevalencia de lesiones.

Tabla 4. Síntesis de estudios sobre la epidemiología de lesiones en taekwondo.

Autor/es	Participantes	Periodo	Sitios anatómicos	Tipo de Lesión	Momento de lesión	Mecanismo de Lesión
Alarrón-Barrero et al.	Equipo Nacional de España (n=43)	1997 - 2004	Extremidad inferior (61,9%): Rodilla (21,4%); Pie (17,9%); Tobillo (12,7%); muslo (11,4%)	Contusiones (29,3%) Lesiones de cartílago (17,6%) Lesiones articulares (15,7%)	Sesiones de entrenamiento (61,3%); periodo precompetitivo (23,9%); competencia y pos competencia (13,6%)	N/A
Pieter & Bray	Deportistas de élite nivel de Clase del Sur (n= 283)	2007-2016	Extremidad inferior (65,2%) Tronco (15,2%) Extremidad superior (14,1%) Cabeza y cuello (4%)	N/A	Sesiones de entrenamiento de alta intensidad	N/A
Jeong et al.	Participantes del Campeonato Mundial 2018, 145 países (n=936)	15-19 de mayo 2019	Extremidad inferior (48,33%): Muslo y Rodilla (40,38%); ingle (8,33%); Cabeza y tronco (38,38%): nariz (3%), cabeza y mandíbula (3%); Extremidad superior (13,33%): mano (11,67%)	Contusiones y hematomas (61%) Rotura segmento de ligamento (7,32%) Fracturas (12,2%); Conmoción (7,32%) Dislocación/subluxación (2,44%) Laceración/abrasión (lesiones cutáneas) (2,44%) Calambres/espasmos musculares (2,44%); otros (4,88%)	Competencia	Contacto directo entre deportistas (80,38%)
Diab & Zaremski	Equipo Nacional Estadounidense (n=1327)	23 de – 1 de junio 2024	Extremidad inferior (55,56%): Rodilla (20,2%) Extremidad superior: dedos (27,3%)	Esguinces (27,8%) Contusiones hematomas (13,9%)	Cambios	Contacto con el oponente (75%) - mano/brazo defensivo

Por último, con relación con el eje condición física, los estudios evaluaron diferentes capacidades relevantes para el rendimiento del taekwondista, entre ellas la fuerza, velocidad y flexibilidad. La Tabla 5 sintetiza las principales características de los estudios y los resultados obtenidos.

Tabla 5. Condición física de taekwondistas de selecciones nacionales reportada en investigaciones publicadas.

Capacidad física	Autor/es	Participantes	Protocolos	Resultados
Flexibilidad	Markovic et al.[22]	Equipo Nacional femenino de Croacia (n=13)	Sit and Reach	55.8 ± 4.8 cm
	Khayyat et al.[16]	Equipo Nacional masculino de Turquía (n=12)	Sit and Reach	37.5 ± 6.5 cm
Fuerza			(FE) Test de Salto vertical	43.5 ± 6.1 cm
			(FR) F60s / A60s	45.3 ± 5.5s /55.5 ± 6.5s
			(PMI) SJ/CMJ/ AB	28.6±2.8/ 30.6±3.4 /34.9±3.0cm
	Markovic et al.[22]	Equipo Nacional femenino de Croacia (n=13)	Esprint 20 m	3.7±0.2s
			(Fuerza reactiva elástica) RJ5	30.3±2.8 cm
			(FM) Test 1MR (PB/ST)	51.2±11.0/79.0±18.8 kg
			(FR) F60 / A60	24.4±7.8/55.2±6.1 r
Velocidad	Khayyat et al.[16]	Equipo Nacional masculino de Turquía (n=12)	(Aceleración máxima) Test de esprint de 30 m	4.60 ± 0.23 s
			(TROM) Test de reacción de opciones múltiples	0.344 ± 0.032 s

Nota: 1MR: Una Repetición Máxima. A60: Test de abdominales 60s. AB: Salto Abalakov. CMJ: Salto con Contramovimiento. FE: Fuerza Explosiva. FM: Fuerza Máxima. FR: Fuerza Resistencia. F60: Test de flexiones de brazo 60s. PB: Press de Banca. PM: Potencia Máxima. Pm: Potencia media. PMI: Potencia de Miembros Inferiores. RJ5: 5 Saltos Repetidos. SJ: Salto desde posición de cuclillas. S30m: Sprint 30 metros. ST: Sentadilla trasera. TROM: Test de Reacción de Opciones Múltiples.

Discusión

Eje análisis de la competición "Time-motion" de taekwondista de alto nivel

El análisis del tiempo de movimiento se presenta como una técnica no invasiva que permite examinar el perfil de actividad y el ritmo de trabajo durante la competición[22]. Esta técnica de análisis permite codificar intervalos de tiempo de intercambio y tiempos de latencia durante los asaltos, proporcionando una herramienta útil para que deportistas y entrenadores ajusten, por ejemplo, la relación entre esfuerzos de alta y baja intensidad en los programas de entrenamiento, con el fin de optimizar la preparación y el rendimiento en la competición.

En la Tabla 2 se observan diferentes relaciones entre los períodos de trabajo y pausa, evidenciándose una evolución progresiva hacia una reducción de la diferencia entre ambos componentes. En los eventos analizados, esta relación se fue modificando desde un mayor predominio del tiempo de pausa en 2008 (~1:7)[2], acotando esa relación en la edición 2020 de los JJ.OO. (~1:1,5)[13], pasando por una relación equilibrada en eventos posteriores (~1:1 en el Grand Prix 2023)[23], hasta alcanzar en loa JJ. OO. de París 2024 un patrón inédito en relación en la que el tiempo de trabajo superó al de pausa (~1,4:1)[11]. Este cambio representa una modificación respecto de los patrones descritos en eventos anteriores y sugiere una tendencia hacia combates con una mayor proporción de tiempo dedicado a esfuerzos de alta intensidad.

En este contexto, el cambio reglamentario asociado a la modalidad de enfrentamiento "al mejor de tres", implementado con posterioridad a los JJ.OO. de Tokio 2020, podría haber contribuido a modificar la dinámica habitual de los combates, favoreciendo una mayor presencia de esfuerzos de alta intensidad. Sin embargo, dado que esta modalidad ya había sido aplicada en eventos internacionales previos, como el Grand Prix 2023, la evolución observada no puede atribuirse exclusivamente a dicha modificación reglamentaria. En este sentido, las características particulares del contexto olímpico y la elevada exigencia competitiva de París 2024 podrían haber contribuido adicionalmente a explicar la mayor proporción de tiempo de trabajo registrada en los combates de este evento.

La hipótesis de que los cambios en las reglas influyen significativamente el perfil cinemático y fisiológico del combate de taekwondo, incrementando la intensidad del ejercicio y la fatiga, fue estudiada por Janowski, Zieliński y Kusy[24]. En 2009, la World Taekwondo, conocida en ese entonces como World Taekwondo Federation, introdujo normas clave en competencia, incluyendo el Protector Scoring System (PSS) y el Instant Video Replay System (VRS). También, en los cambios de reglas a partir de junio de 2017, aumentaron la severidad de las sanciones para acciones específicas no relacionadas con el combate y el uso excesivo de "golpes fantasma", incrementaron la puntuación de patadas al tronco y redujeron de 10 a 5 el número de faltas que causan descalificación[24]. Los autores[7] realizaron un seguimiento a 22 deportistas, masculinos y femeninos, miembros del Equipo Nacional de Polonia, durante más de dos años. En total analizaron 258 combates reales en diversos eventos internacionales (133 bajo las reglas antiguas y 125 con las nuevas reglas), concluyendo que los cambios reglamentarios incrementaron significativamente la dinámica de movimiento corporal, la intensidad y la fatiga posterior al ejercicio.

La determinación de la estructura de tiempo de movimiento y la ejecución de mediciones fisiológicas en competiciones oficiales son algunas de las principales estrategias para incrementar el conocimiento sobre las demandas físicas y fisiológicas de los deportistas. En este sentido, lo expuesto sugiere dos puntos clave; primero, los equipos de trabajo, junto con especialistas en el campo de la ciencia del deporte, deberían continuamente analizar y tener en consideración los cambios promovidos por los organismos rectores; segundo, en cuanto al diseño del programa de entrenamiento, es crucial adaptar las demandas físicas y fisiológicas para soportar acciones musculares explosivas de alta intensidad en secuencias intermitentes de esfuerzo y recuperación, alineadas con el modelo de combate[24].

Eje parámetros fisiológicos

Janowski et al.[24] analizaron las respuestas fisiológicas de taekwondistas de alto nivel durante combates reales en diversos eventos internacionales entre junio y noviembre de 2017. Los deportistas mostraron una frecuencia cardíaca promedio de 183 $l \cdot min^{-1}$. El gasto energético fue medido mediante un sistema telemétrico inalámbrico, obteniendo un valor promedio de 15,36 ± 0,12 $kcal \cdot kg^{-1} \cdot h^{-1}$. La concentración de lactato en sangre (LA^-) fue medida en tres momentos clave: antes de la competencia, inmediatamente después de cada combate y al finalizar un período de recuperación de 30 minutos tras el último combate. Los resultados mostraron una concentración de lactato en sangre previa a la competencia de 2,09 ± 0,09 $mmol \cdot L^{-1}$, que aumentó a 13,83 ± 0,39 $mmol \cdot L^{-1}$ tras cada combate. Posteriormente, al final del período de recuperación, la concentración disminuyó a 3,45 ± 0,25 $mmol \cdot L^{-1}$.

Si bien estas concentraciones absolutas de lactato (13,83 ± 0,39) podrían sugerir un predominio glucolítico sostenido, el análisis mediante valores delta revela una dinámica diferente, indicando una reducción progresiva de la contribución glucolítica a medida que avanza el combate[24]. Este patrón coincide con lo planteado por Campos et al.[19], quienes analizaron la contribución metabólica en combates simulados de taekwondo en 10 atletas masculinos de nivel nacional e internacional. Los resultados mostraron que la contribución energética predominante fue aeróbica (sistema oxidativo) con un 66 ± 6%, seguida de la anaeróbica aláctica (sistema fosfágeno) con un 30 ± 6%, y la anaeróbica láctica (sistema glucolítico) con un 4 ± 2%.

En este sentido, comprender el rol del lactato resulta fundamental para orientar los programas de entrenamiento. Aunque históricamente se lo consideró un producto de desecho, hoy se reconoce que se se oxida continuamente en condiciones dependientes de oxígeno y se utiliza como sustrato energético en diversas células, tejidos y órganos[25–27]. Como producto final predominante de la glucólisis, el lactato se convierte en piruvato en las mitocondrias mediante el complejo de oxidación de lactato. Su producción ocurre incluso en reposo, siendo eliminado en un 75-80% dentro del mismo tejido[26]. Durante esfuerzos intensos, la predominancia de la glucólisis eleva las concentraciones de lactato y piruvato en los músculos activos, mientras que la enzima lactato

deshidrogenasa (LDH) intensifica las reacciones de óxido-reducción, incrementando la producción de lactato y acumulándolo tanto dentro de las células como en la sangre[26].

Es importante destacar que la respuesta del lactato, tanto a nivel sanguíneo como muscular, y su dinámica durante la competición, varían considerablemente entre los deportes acíclicos y cíclicos. En los deportes acíclicos, que implican esfuerzos intermitentes de alta intensidad seguidos de períodos de recuperación, se observa una mayor velocidad de eliminación (clearance) de lactato a nivel muscular, con una menor velocidad de clearance sanguíneo. Esto significa que, el lactato producido en los músculos durante los picos de esfuerzo intenso se elimina más rápidamente desde el músculo, mientras que su eliminación en la sangre es más lenta[28,29]. Por lo tanto, es crucial considerar esta particularidad al interpretar los valores de lactato en sangre, ya que, una velocidad de clearance sanguíneo más lenta podría llevar a interpretaciones erróneas sobre el nivel de rendimiento metabólico del deportista.

Finalmente, el sistema fosfagénico es la principal fuente de energía. Las acciones musculares explosivas de alta intensidad que se producen durante los tiempos de intercambio durante los asaltos requieren una provisión inmediata de energía, la cual es suministrada por esta vía. El adenosín trifosfato (ATP) y la fosfocreatina (PCr) son los sustratos principales involucrados, siendo determinantes en la ejecución de las acciones y en la obtención o no de puntos[4]. Además, la recuperación energética ocurre durante los periodos de baja intensidad o pausas, mediada por el sistema oxidativo que resintetiza la fosfocreatina[31].

No obstante, se requieren nuevas investigaciones relacionadas al comportamiento metabólico que consideren los cambios en la reglamentación, debido a que, el estudio de Campos et al., empleó el reglamento de competencia de 2012, con una relación de esfuerzos de aproximadamente de 1:7. En contraste, un análisis reciente de combates femeninos en los JJ. OO. de 2024 reportó una relación aproximada de 1,4:1, reflejando un cambio hacia esfuerzos de alta intensidad[11].

Asimismo, el VO_2máx, considerado por los investigadores como un parámetro fisiológico clave para medir la condición física general del taekwondista, ya que refleja su aptitud cardiorrespiratoria y potencia aeróbica. Los estudios revisados[15,16,21,32], han empleado protocolos estandarizados utilizando la cinta deslizante. Es importante destacar que este VO_2máx fue obtenido en laboratorio y no durante un combate real.

Como fue mencionado, las maniobras del combate se realizan de manera aleatoria, con alta intensidad y dinámica intermitente, lo que genera acciones musculares explosivas basadas en el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA). Este ciclo produce elevados niveles de potencia muscular, lo cual, requiere la activación y sincronización de unidades motoras de alto umbral de excitación como las fibras de contracción rápida (FT2). Este tipo de ejercicio demanda energía de forma inmediata, la cual se obtiene principalmente a través de la vía fosfagénica, con el adenosín trifosfato (ATP) y la fosfocreatina (PCr) como los principales sustratos. Sin embargo, la capacidad para mantener un alto rendimiento durante períodos más prolongados está estrechamente relacionada con el VO_2máx, ya que un VO_2máx elevado mejora la utilización del oxígeno, optimizando la eficiencia del sistema cardiovascular y, en consecuencia, la capacidad de recuperación entre las acciones de alta intensidad. La recuperación energética ocurre durante los periodos de baja intensidad o pausas, mediada por el sistema oxidativo, que resintetiza la fosfocreatina. Los deportistas con valores de VO_2máx elevado tienen una mayor capacidad para reponer los depósitos de fosfocreatina, lo que les permite mantener un rendimiento explosivo de forma más prolongada y eficiente. Las acciones de alta intensidad inducen la activación mitocondrial, mediada por el calcio, lo que incrementa la eficiencia de los procesos de recuperación oxidativa de la fosfocreatina[4].

Este complejo y eficaz mecanismo fisiológico es resultado de la interacción eficiente entre los sistemas neuromuscular y cardiovascular del taekwondista, en la cual un VO_2máx elevado juega un papel clave al optimizar la entrega de oxígeno y la eficiencia energética durante los combates.
Algunas estrategias para incrementar esta capacidad son con la implementación de diferentes

modelos de entrenamiento intervalado/intermitente de alta intensidad[33,34].

Finalmente, el Test de Wingate fue elegido por los investigadores[15,20] para valorar la potencia anaeróbica máxima, que corresponde a la potencia más alta alcanzada durante la prueba, generalmente dentro de los primeros 5 segundos. Además, se evaluó la potencia anaeróbica media, que se refiere al promedio de potencia durante los 30 segundos de duración de la prueba, y el índice de fatiga, que es la relación entre la potencia máxima y la potencia mínima alcanzada durante el test[15,20]. Otro estudio[21], utilizó la prueba de salto vertical continuo de 15 segundos para valorar la potencia anaeróbica de los miembros inferiores.

Eje incidencia y prevalencia de lesiones

La incidencia y prevalencia de lesiones en taekwondo ha sido ampliamente estudiada, considerando variables como contextos competitivos, periodos de preparación y características específicas de los deportistas. El estudio de Jeong et al.[14], reportó un total de 60 lesiones registradas durante el Campeonato Mundial de taekwondo 2019, con una incidencia clínica global que se traduce en 6,41 lesiones por cada 100 deportistas. Además, la tasa de lesiones fue de 12,82 lesiones por cada 1000 días-deportista, lo que muestra el número de lesiones en función del tiempo total de exposición de estos a la competencia[14]. Los estudios revisados[12,14,17,18], evidencian que las extremidades inferiores son las áreas más susceptibles a lesiones en taekwondo, predominando las lesiones en rodillas, tobillos y muslos.

Aunque es imposible prevenir el 100% de las lesiones, dado que su ocurrencia depende de múltiples factores relacionados con el deportista y el contexto, la literatura académica ha clasificado los factores de riesgo en categorías intrínsecas y extrínsecas, modificables y no modificables[35–38]. Esta organización permite comprender mejor qué elementos pueden abordarse desde la preparación física, la planificación del entrenamiento y las políticas de regulación deportiva.

Entre los factores extrínsecos modificables, una de las prácticas más relevantes es la pérdida rápida de peso previa a la competición. Tanto deportistas como entrenadores deben evitar procedimientos dañinos de reducción aguda de peso, y promover una mayor educación y regulación sobre estas conductas[9]. Sin embargo, esta práctica continúa siendo altamente prevalente en los deportes de combate; la mayoría de los deportistas reduce su peso corporal entre un 2–5%, y alrededor del 40% llega a disminuir entre un 5 y un 10%[9,39]. Para "hacer el peso", los deportistas recurren a manipulaciones agudas como restricción de líquidos, omisión de comidas, entrenamientos con capas de goma o plástico, uso de saunas, ayuno total el día previo, escupir constantemente, o incluso laxantes y diuréticos, entre otros[40]. Muchas de estas prácticas se repiten entre 2 y 4 veces por temporada, durante períodos de 10 a 20 días previos al pesaje[41].

Este enfoque, implica riesgos significativos para la salud y el rendimiento en los deportistas de combate[9]. Según Kim y Park[42], los periodos de pérdida rápida de peso incrementan significativamente tanto la tasa de lesiones como su severidad. Durante estos periodos, la tasa de incidencia de lesiones aumenta, y la localización y gravedad de las mismas pueden variar dependiendo de si los deportistas están en entrenamiento normal o en un proceso de pérdida de peso[42]. Este hallazgo subraya la importancia de implementar estrategias de control de peso. Además, este aumento en la incidencia de lesiones está asociado con una afectación del sistema inmunológico del deportista. El deporte, más allá de ser ejercicio físico, genera efectos adicionales significativos debido a su componente competitivo, la estructura externa que lo organiza, la presencia de espectadores y los incentivos financieros involucrados[43]. La competencia implica una motivación psicológica compleja, en la que el deseo de experimentar el placer de ganar se contrasta con la ansiedad de perder. Este conflicto emocional se refleja en el sistema nervioso central (SNC), particularmente en las áreas dopaminérgicas relacionadas con la recompensa, el coraje y la acción, mientras que el sistema límbico genera respuestas de miedo y ansiedad, junto con la liberación de cortisol[44]. La interacción de estos factores desencadena poderosas cascadas neuroendocrinas e inmunológicas, que afectan tanto el bienestar físico como emocional de los deportistas. A medida que la competencia se intensifica, también lo hacen las motivaciones y las

respuestas inmunológicas, lo que resalta cómo el deporte puede influir de manera profunda y multidimensional en la fisiología humana.

Por consiguiente, es importante adoptar un enfoque preventivo que incluya tanto aspectos físicos como psicológicos de los deportistas. Park y Song[17] proponen cuatro estrategias para minimizar los riesgos a lesionarse: 1) calentamiento adecuado; 2) monitorización de las cargas de entrenamiento; 3) crear un perfil psicológico de cada atleta; 4) fomentar un control adecuado del peso corporal para evitar reducciones rápidas de peso. Finalmente, respecto al punto 1 (calentamiento adecuado), Angiolillo[45,46] propone un modelo metódico y ordenado de acondicionamiento previo deportivo (APD) para el taekwondo olímpico, destacando la importancia de estructurarlo en fases con objetivos claros, como activación general, movilidad articular y técnica. El modelo incluye la progresión adecuada en la intensidad de los ejercicios, comenzando con movimientos suaves y aumentando gradualmente la exigencia para preparar el cuerpo de manera efectiva. Además, se detalla la duración óptima de cada fase y se resalta la inclusión de ejercicios específicos, como saltos y desplazamientos rápidos, que imitan las demandas del combate. Angiolillo identifica el acondicionamiento previo como una herramienta eficaz y eficiente para el rendimiento inmediato, así como un elemento clave dentro de la carga de entrenamiento, constituyendo un momento crucial para la enseñanza y optimización del rendimiento.

Eje condición física de los taekwondistas de élite

La condición física se entiende como el estado actual de las capacidades físicas y mentales que influyen en el rendimiento de un deportista. Esta puede subdividirse en dos categorías principales, general y especial[3]. Esta distinción resulta fundamental en el proceso de programación del entrenamiento, pues permite identificar las capacidades que deben priorizarse y en qué grado, en función de los objetivos establecidos.

En la teoría y metodología del entrenamiento deportivo, el concepto de condición física actúa como un marco organizativo que clasifica los factores determinantes del rendimiento físico. Su relación directa con la interacción de los sistemas energéticos y musculares se refleja en capacidades físicas específicas, tales como fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad. Así, la condición física no solo constituye una categoría teórica, sino también una herramienta práctica que facilita la evaluación y planificación del desarrollo de estas capacidades, con el fin de lograr un rendimiento óptimo en el deporte.

Diferentes estudios[15,21], han examinado los componentes de la condición física en taekwondistas de selecciones nacionales, evaluando la flexibilidad, fuerza y velocidad. La Tabla 5 sintetiza los estudios con sus protocolos y valores promedio. Estos estudios resaltan la importancia de identificar y optimizar dichas capacidades para mejorar el desempeño en competencias de alto nivel, proporcionando un enfoque científico que orienta la planificación del entrenamiento en los taekwondistas de élite.

La flexibilidad es una cualidad corporal global que involucra todas las articulaciones del cuerpo, por lo que su valoración no debe limitarse a una o pocas articulaciones. Sin embargo, en la Tabla 5, se destacan los estudios de Marković et al.[21] y Khayyat et al.[15], quienes emplearon el test sit and reach para valorar este componente. Este test, diseñado originalmente por Wells y Dillon[47], tiene como objetivo valorar la flexibilidad estática de la musculatura isquiosural. Aunque la prueba ha sido modificada en varias ocasiones para mejorar su validez, la versión "original" presenta un coeficiente de correlación moderado en su validez de criterio para estimar la extensibilidad de los isquiotibiales, y una validez de criterio más baja para evaluar la extensibilidad lumbar[48].

A pesar de ser una herramienta comúnmente utilizada para evaluar la flexibilidad, el sit and reach test presenta serias limitaciones, especialmente cuando se aplica en el contexto del taekwondo. Esta disciplina requiere no solo la extensibilidad de la musculatura isquiosural, sino también un rango articular amplio y control dinámico en la cadera, además de un cambio eficiente en los ángulos de las articulaciones del tobillo y la rodilla[49]. Por ejemplo, la biomecánica de la técnica de la patada frontal semicircular indirecta (gulleo chagi), identificada como una de las más utilizadas en los combates femeninos[11].

demuestra que su ejecución no depende exclusivamente de un grupo muscular aislado, sino de una interacción compleja entre diversos músculos y articulaciones. Esta interacción incluye la activación de los glúteos, los flexores de la cadera, y la estabilización proporcionada por el núcleo central del cuerpo (core), junto con la coordinación entre las articulaciones del tobillo, rodilla y cadera para optimizar la eficiencia y precisión del movimiento[49]. En este sentido, es fundamental complementar o incluso, sustituir esta prueba con métodos de evaluación que consideren tanto la movilidad dinámica como el rango articular de la cadera, rodilla y tobillo en distintos planos de movimiento.

Otro de los componentes relevantes de la condición física es la fuerza muscular. En los gestos deportivos, la fuerza se aplica principalmente para acelerar, desacelerar u oponerse a las cargas determinadas por el propio cuerpo, un implemento o la acción de un adversario, realizando acciones dinámicas en las que la resistencia que se debe vencer es constante o de tipo isoinercial[50]. Para evaluar adecuadamente la fuerza muscular, es esencial considerar que los diferentes tests propuestos por los investigadores están diseñados para valorar distintos componentes de esta cualidad. Así, algunos tests se enfocan en la fuerza máxima, mientras que, otros miden la fuerza explosiva o la resistencia muscular, lo cual refleja la amplia gama de exigencias que la fuerza impone en el contexto deportivo. Por lo tanto, es fundamental utilizar métodos de evaluación que contemplen la especificidad de cada tipo de manifestación de la fuerza, en función de las demandas propias del taekwondo.

En la Tabla 5, se muestra cómo la capacidad de fuerza muscular fue valorada a través de diversos tests por los investigadores. Para evaluar la fuerza explosiva, se emplearon pruebas como el salto desde posición de cuclillas (SJ) y el salto Abalakov[21], el salto con contramovimiento (CMJ) [(21)] y el salto vertical[15]. La fuerza reactiva se valoró mediante la realización de 5 saltos repetidos[21]. Además, la fuerza máxima dinámica concéntrica del tren inferior y superior se midió utilizando el 1RM[21]. Finalmente, la resistencia muscular se evaluó a través del número máximo de flexiones de brazos y abdominales realizadas en 60 segundos[15,21].

En resumen, al abordar la fuerza y la potencia de los taekwondistas, es fundamental tener en cuenta que, tanto en la vida cotidiana como deportiva, la mayoría de las acciones físicas resultan de la interacción constante de fuerzas internas y externas, que determinan eventos como el impacto, el estiramiento o el acortamiento muscular[51,52]. Estas acciones ocurren de manera continua en un ciclo dinámico e incluyen tensiones excéntricas, isométricas y concéntricas, con un tiempo de transición extremadamente corto entre las fases excéntrica y concéntrica -CEA-[53].

A partir de los estudios revisados, proponemos privilegiar el uso de evaluaciones con salto para esta disciplina (como el test de Bosco), ya que estas pruebas no solo reflejan el rendimiento explosivo de los taekwondistas, sino que también involucran fenómenos neuromusculares complejos que van más allá de la simple acción del componente contráctil muscular.

Como estrategia de desarrollo de la fuerza explosiva, el entrenamiento mediante ejercicios pliométricos y los derivados del levantamiento olímpico de pesas, juega un papel crucial en el desarrollo de una fuerza explosiva más efectiva[54,55]. La incorporación del método pliométrico en la práctica deportiva ha sido ampliamente respaldada por numerosos investigadores y entrenadores[51,56,57]. Si bien el "método de impacto" originalmente desarrollado por Verkhoshansky en la década del 60 no es equivalente al concepto de pliometría difundido posteriormente en Occidente, ya que las traducciones e interpretaciones del método original dieron lugar a modificaciones conceptuales y metodológicas, profundizar en estas diferencias excede el alcance del presente estudio. Por ello, se utilizará el término método pliométrico para referirse, de manera general, al entrenamiento basado en acciones explosivas que aprovechan el CEA para potenciar la producción de fuerza explosiva y la tasa de desarrollo de fuerza.

Una revisión sistemática con metaanálisis[58], evaluó los cambios en el rendimiento de los participantes en deportes de combate tras la implementación de programas de entrenamiento de salto pliométrico. El estudio concluyó que los deportistas de combate, independientemente

de su experiencia previa con los saltos pliométricos, su nivel competitivo o el período de la temporada, pueden experimentar mejoras en el rendimiento deportivo tras el entrenamiento de salto pliométrico. Estas mejoras incluyen aumentos en la fuerza máxima, el salto, la velocidad de cambio de dirección y el rendimiento específico del deporte, sin que se registren alteraciones en la composición corporal. Además, se informó una dosis mínima efectiva del entrenamiento de dos sesiones semanales, incluyendo diferentes tipos de saltos, como el CMJ, DJ, saltos horizontales, con cuerda, con carga externa, unipodales, laterales y diagonales. Asimismo, se subrayó que la dosificación de la carga en estos ejercicios debe ser adaptada cuidadosamente a las características de cada deportista.

Asimismo, otra estrategia relevante para optimizar la fuerza explosiva es la incorporación de ejercicios derivados del levantamiento olímpico. Su alto potencial en los programas de entrenamiento de fuerza se debe a la especificidad del movimiento y a los niveles de sobrecarga a los que el deportista puede estar expuesto[55]. La especificidad se refiere a la similitud entre el movimiento característico en muchos deportes, como la extensión coordinada de las articulaciones de cadera, rodilla y tobillo (flexión plantar), y la fase de segundo tirón de los levantamientos olímpicos. En cuanto a la sobrecarga, se asocia con la capacidad de estos ejercicios para permitir que el deportista realice movimientos coordinados con cargas moderadas a altas y con un propósito balístico[55,59]. Este enfoque genera adaptaciones neuromusculares favorables, como el reclutamiento de unidades motoras de alto umbral, una mayor frecuencia de disparo y mejoras en la coordinación intermuscular, las cuales potencian las características de fuerza y potencia[55,59].

Dado que los ejercicios de levantamiento olímpico (clean and jerk y snatch) son técnicamente complejos y el tiempo disponible para enseñar estas técnicas es limitado, se recomienda incluir ejercicios derivados de estos movimientos en los programas de entrenamiento de fuerza. Estos ejercicios derivados, que son modificaciones de las técnicas competitivas, permiten enfocar la atención en las posiciones clave que deben mejorarse[59]. Los especialistas clasifican estos ejercicios según el tipo de movimiento realizado y la fase en la que se centran: derivados de atrapada (Catching Derivatives), derivados de tirón (Pulling Derivatives) y derivados de empuje sobre cabeza (Overhead Pressing Derivatives).

Para los practicantes de taekwondo, se recomienda priorizar los ejercicios derivados de tirón, que eliminan la fase de recepción, enfocándose en la fase de segundo tirón y en la rápida extensión de cadera, rodilla y flexión plantar. Incluir la fase de recepción en ejercicios como el hang power clean, por ejemplo, puede llevar a que los deportistas se concentren más en la preparación para pasar por debajo de la barra y realizar la recepción, en lugar de asegurarse una extensión completa de cadera y rodilla y flexión plantar durante la segunda fase del tirón, lo que limita los beneficios potenciales de estos ejercicios derivados del levantamiento olímpico. Ejemplos de estos ejercicios incluyen el clean/snatch pull, hang high pull, jump shrug y mid-thigh pull. Investigaciones previas, basadas en diferencias estadísticas y tamaños del efecto, apoyan la idea de que los derivados de tirón menos complejos del levantamiento olímpico pueden generar mayores incrementos en fuerza máxima, tasa de desarrollo de fuerza, velocidad y potencia, en comparación con aquellos que requieren completar la fase de recepción[60].

La omisión de ciertas fases del levantamiento completo reduce la complejidad técnica, lo que facilita la enseñanza y aprendizaje de estos movimientos. Sin embargo, para beneficiarse de los efectos es esencial que estos ejercicios se integren en un programa de entrenamiento de manera progresiva y de desarrollo a largo plazo considerando las características de cada deportista.

Un estudio reciente[61] investigó los efectos de un programa de entrenamiento de ocho semanas sobre el rendimiento de la técnica de pateo “roundhouse” (dollyeo chagi) en 20 luchadores de Muay Thai. La intervención incluyó ejercicios derivados del levantamiento olímpico, como jump shrugs-clean, snatch pulls, snatch push jerk, snatch high pulls. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas, con un incremento mayor al 7% en la potencia de impacto de los golpes de patada y los saltos con contramovimiento del grupo experimental, en comparación con el grupo control.

Finalmente, otro componente de la condición física evaluado (Tabla 5) fue la velocidad, medida mediante una prueba de esprint de 30 metros[15]. La evaluación de la velocidad a través de esprints puede ser útil para completar un estudio sobre el perfil de un taekwondista, ya que proporciona información sobre su capacidad de aceleración, así como sobre su potencia mecánica y metabólica. Sin embargo, es importante reconocer que los resultados obtenidos de estos tests no aportarán datos significativos sobre el rendimiento específico del deportista, ya que solo algunas fases del esprint guardan relación con las acciones cinéticas y cinemáticas propias del taekwondo. En contraste, como se mencionó anteriormente, los tests de salto son más relevantes para este tipo de análisis, ya que simulan de manera más precisa las demandas de explosividad y potencia que se encuentran en deportes como el taekwondo, donde la capacidad de generar movimientos rápidos y potentes es fundamental.

Limitaciones

No se aplicó un protocolo sistemático de búsqueda ni una evaluación formal del riesgo de sesgo, lo que implica una selección potencialmente influida por criterios subjetivos y una heterogeneidad metodológica entre los estudios incluidos. Asimismo, la ausencia de un proceso exhaustivo puede haber llevado a la omisión de investigaciones relevantes, y la variabilidad en diseños, muestras y mediciones dificulta la comparación directa de resultados y la generalización de las conclusiones.

Finalmente, debe considerarse que el propósito de esta revisión fue proporcionar una síntesis estructurada de la evidencia disponible y, a partir de ella, formular recomendaciones de utilidad práctica para deportistas, entrenadores y profesionales vinculados al taekwondo olímpico. Por lo tanto, las recomendaciones derivadas deben interpretarse con cautela, evitando su generalización más allá de las poblaciones y condiciones evaluadas.

Conclusión

La presente revisión permitió integrar y analizar críticamente la evidencia disponible sobre los condicionantes físicos y fisiológicos que configuran el rendimiento en el taekwondo olímpico, cumpliendo el objetivo de sintetizar los hallazgos relevantes y derivar orientaciones para el entrenamiento. Los cuatro ejes abordados muestran que el rendimiento en combate emerge de la interacción compleja entre las demandas competitivas, los sistemas energéticos, la incidencia de lesiones y el desarrollo de capacidades físicas específicas.

References

1. Matsushigue KA, Hartmann K, Franchini E. Taekwondo: Physiological responses and match analysis. J Strength Cond Res. julio de 2009;23(4):1112-7. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a3c597 PubMed PMID: 19528839.

2. Santos VG, Franchini E, Lima-Silva AE. Relationship Between Attack and Skipping in Taekwondo Contests. The Journal of Strength & Conditioning Research. junio de 2011;25(6):1743. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ddfb0f

3. Martin D, Carl K, Lehnertz K. Manual de metodología del entrenamiento deportivo. 1a edición. Paidotribo; 2014. 406 p.

4. Angiolillo L, Casas A. Resistencia específica en el taekwondo olímpico: propuesta para el entrenamiento. Lecturas: Educación Física y Deportes. 6 de noviembre de 2023;28(306):208-21. doi:10.46642/efd.v28i306.3675

5. Bridge CA, Ferreira Da Silva Santos J, Chaabène H, Pieter W, Franchini E. Physical and Physiological Profiles of Taekwondo Athletes. Sports Med. junio de 2014;44(6):713-33. doi:10.1007/s40279-014-0159-9

6. Da Silva Santos JF, Wilson VD, Herrera-Valenzuela T, MacHado FSM. Time-Motion Analysis and Physiological Responses to Taekwondo Combat in Juvenile and Adult Athletes: A Systematic Review. Strength and Conditioning Journal. 1 de abril de 2020;42(2):103-21. doi:10.1519/SSC.0000000000000517

7. Kim JW, Nam SS. Physical Characteristics and Physical Fitness Profiles of Korean Taekwondo Athletes: A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health. 13 de septiembre de 2021;18(18):9624. doi:10.3390/ijerph18189624 PubMed PMID: 34574549; PubMed Central PMCID: PMC8466171.

8. Matthews JJ, Stanhope EN, Godwin MS, Holmes MEJ, Artioli GG. The Magnitude of Rapid Weight Loss and Rapid Weight Gain in Combat Sport Athletes Preparing for Competition: A Systematic Review. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 1 de julio de 2019;29(4):441-52. doi:10.1123/ijsnem.2018-0165 PubMed PMID: 30299200.

9. Franchini E, Brito CJ, Artioli GG. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. J Int Soc Sports Nutr. 13 de diciembre de 2012;9:52. doi:10.1186/1550-2783-9-52 PubMed PMID: 23237303; PubMed Central PMCID: PMC3607973.

10. Lambert C, Ritzmann R, Lambert S, Lachmann D, Malliaropoulos NG, Gesslein M, et al. Prevalence of sport injuries in Olympic combat sports: a cross-sectional study examining one Olympic period. J Sports Med Phys Fitness. noviembre de 2022;62(11):1496-504. doi:10.23736/S0022-4707.22.13334-7 PubMed PMID: 35179327.

11. Angiolillo L. Análisis de combates femeninos de taekwondo durante los Juegos Olímpicos de París 2024. Conexões. 2 de octubre de 2024;22:e024041-e024041. Located at: International; 2024. doi:10.20396/conex.v22i00.8677474

12. Shahi M, Zareeii M. Epidemiology of Sports Injuries in Iran's National Taekwondo Team Selection Competitions for 2024 Olympic Quota: A Prospective Study with 1327 Athletes. Journal for Research in Sport Rehabilitation. 20 de marzo de 2024;12(23):45-57. doi:10.22084/rsr.2024.29212.1737

13. Apollaro G, Sarmet Moreira PV, Herrera-Valenzuela T, Franchini E, Falcó C. Time-motion analysis of taekwondo matches in the Tokyo 2020 Olympic Games. J Sports Med Phys Fitness. septiembre de 2023;63(9):964-73. doi:10.23736/S0022-4707.23.14995-4 PubMed PMID: 37212828.

14. Jeong HS, Jeong DH, O'Sullivan DM, Jun HP, Kim MJ, Lee I, et al. Incidence of Sport Injuries in the Manchester 2019 World Taekwondo Championships: A Prospective Study of 936 Athletes from 145 Countries. International Journal of Environmental Research and Public Health. enero de 2023;20(3):3. doi:10.3390/ijerph20031978

15. Khayyat HN, Sağır SG, Hataş Ö, Smolarczyk M, Akalan C. Physical, physiological and psychological profiles of elite Turkish taekwondo athletes. Biomedical Human Kinetics. 2 de agosto de 2020;12(1):187-96. doi:10.2478/bhk-2020-0024

16. Dadgostar H, Ghanbarnasab M, Nazari A. Physical Fitness and Cardiovascular Endurance Status of Iranian Elite Female Taekwondo Athletes. Asian J Sports Med. 2020;11(1):1. doi:10.5812/asjsm.94796

17. Park KJ, Song BB. Injuries in female and male elite taekwondo athletes: a 10-year prospective, epidemiological study of 1466 injuries sustained during 250 000 training hours. Br J Sports Med. 1 de junio de 2018;52(11):735-40. doi:10.1136/bjsports-2017-097530 PubMed PMID: 29127266.

18. Altarriba-Bartes A, Drobnic F, Til L, Malliaropoulos N, Montoro JB, Irurtia A. Epidemiology of injuries in elite taekwondo athletes: two Olympic periods cross-sectional retrospective study. BMJ Open. 1 de febrero de 2014;4(2):e004605. doi:10.1136/bmjopen-2013-004605 PubMed PMID: 24531455.

19. Campos FAD, Bertuzzi R, Dourado AC, Santos VGF, Franchini E. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. Eur J Appl Physiol. abril de 2012;112(4):1221-8. doi:10.1007/s00421-011-2071-4 PubMed PMID: 21769736.

20. Lin WL, Yen KT, Lu CYD, Huang YH, Chang CK. Anaerobic capacity of elite Taiwanese Taekwondo athletes. Science & Sports. 1 de octubre de 2006;21(5):291-3. doi:10.1016/j.scispo.2006.04.005

21. Marković G, Mišigoj-Duraković M, Trninić S. Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes. Collegium antropologicum. 15 de junio de 2005;29(1):93-9.

22. Hughes M, Franks I. The Essentials of Performance Analysis: An Introduction. London: Routledge; 2007. 344 p. doi:10.4324/9780203938065

23. Angiolillo L. Análisis de la fase activa de combates femeninos de taekwondo durante la serie final del Grand Prix 2023. Educación Física y Ciencia [Internet]. 2025 [citado 7 de septiembre de 2026];27(2). Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/4399/439982028005/

24. Janowski M, Zieliński J, Ciekot-Sołtysiak M, Schneider A, Kusy K. The Effect of Sports Rules Amendments on Exercise Intensity during Taekwondo-Specific Workouts. Int J Environ Res Public Health. 17 de septiembre de 2020;17(18):E6779. doi:10.3390/ijerph17186779 PubMed PMID: 32957546; PubMed Central PMCID: PMC7559273.

25. Brooks GA, Fahey T, Baldwin K. Exercise Physiology: Human bioenergetics and its applications. Ney York, USA: McGraw Hill; 2005.

26. Brooks GA. Lactate as a fulcrum of metabolism. Redox Biol. 9 de febrero de 2020;35:101454. doi:10.1016/j.redox.2020.101454 PubMed PMID: 32113910; PubMed Central PMCID: PMC7284908.

27. Casas A. Nuevos desafíos para la programación de ejercicio saludable. En: 1º Congreso Internacional en Ciencias de la Motricidad Humana, 3-4 de julio de 2021 [Internet]. 2021. Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.15142/ev.15142.pdf

28. Casas A. Entrenamiento de resistencia para deportes de conjunto. En: Entrenamiento deportivo. España: Medica Panamericana; 2011. p. 213-27.

29. Krustrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjaer M, Bangsbo J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. Med Sci Sports Exerc. junio de 2006;38(6):1165-74. doi:10.1249/01.mss.0000222845.89262.cd PubMed PMID: 16775559.

30. Angiolillo L, Casas A. Resistencia específica en el taekwondo olímpico: propuesta para el entrenamiento. Lecturas: Educación Física y Deportes. 6 de noviembre de 2023;28(306):306. doi:10.46642/efd.v28i306.3675

31. Guimarães-Ferreira L. Role of the phosphocreatine system on energetic homeostasis in skeletal and cardiac muscles. Einstein (Sao Paulo). marzo de 2014;12(1):126-31. doi:10.1590/s1679-45082014rb2741 PubMed PMID: 24728259; PubMed Central PMCID: PMC4898252

32. Janowski M, Zieliński J, Kusy K. Exercise Response to Real Combat in Elite Taekwondo Athletes Before and After Competition Rule Changes. The Journal of Strength & Conditioning Research. agosto de 2021;35(8):2222. doi:10.1519/JSC.0000000000003110

33. Buchheit M, Laursen PB. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. Sports Med. 1 de mayo de 2013;43(5):313-38. doi:10.1007/s40279-013-0029-x

34. Song Y, Sheykhlouvand M. A Comparative Analysis of High-Intensity Technique-Specific Intervals and Short Sprint Interval Training in Taekwondo Athletes: Effects on Cardiorespiratory Fitness and Anaerobic Power. Journal of Sports Science and Medicine. 1 de septiembre de 2024;23(3):672-83.

35. Gissane C, White J, Kerr K, Jennings D. An operational model to investigate contact sports injuries. Med Sci Sports Exerc. diciembre de 2001;33(12):1999-2003. doi:10.1097/00005768-200112000-00004 PubMed PMID: 11740290.

36. Meeuwisse WH. Assessing Causation in Sport Injury: A Multifactorial Model. Clinical Journal of Sport Medicine. julio de 1994;4(3):166.

37. Naclerio F, Rhea MR, Marín PJ. Entrenamiento de fuerza para mejorar el rendimiento deportivo. En: Entrenamiento deportivo: fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes, 2010, ISBN 978-84-9835-331-0, págs. 111-127 [Internet]. Editorial Médica Panamericana; 2011 [citado 20 de junio de 2024]. p. 111-27. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8216051

38. Windt J, Gabbett TJ. How do training and competition workloads relate to injury? The workload-injury aetiology model. Br J Sports Med. marzo de 2017;51(5):428-35. doi:10.1136/bjsports-2016-096040 PubMed PMID: 27418321.

39. Castor-Praga C, Lopez-Walle JM, Sanchez-Lopez J. Multilevel Evaluation of Rapid Weight Loss in Wrestling and Taekwondo. Front Sociol. 2021;6:637671. doi:10.3389/fsoc.2021.637671 PubMed PMID: 33898554; PubMed Central PMCID: PMC8062768.

40. Reale R, Slater G, Burke LM. Acute-Weight-Loss Strategies for Combat Sports and Applications to Olympic Success. Int J Sports Physiol Perform. febrero de 2017;12(2):142-51. doi:10.1123/ijspp.2016-0211 PubMed PMID: 27347784.

41. da Silva Santos JF, Takito MY, Artioli GG, Franchini E. Weight loss practices in Taekwondo athletes of different competitive levels. J Exerc Rehabil. 30 de junio de 2016;12(3):202-8. doi:10.12965/jer.1632610.305 PubMed PMID: 27419116; PubMed Central PMCID: PMC4934965.

42. Kim HC, Park KJ. The effect of rapid weight loss on sports injury in elite taekwondo athletes. Phys Sportsmed. agosto de 2023;51(4):313-9. doi:10.1080/00913847.2022.2071113 PubMed PMID: 35469548.

43. Baskerville R, Castell L, Bermon S. Sports and Immunity, from the recreational to the elite athlete. Infect Dis Now. junio de 2024;54(4S):104893. doi:10.1016/j.idnow.2024.104893 PubMed PMID: 38531477.

44. Knab AM, Lightfoot JT. Does the difference between physically active and couch potato lie in the dopamine system? Int J Biol Sci. 9 de marzo de 2010;6(2):133-50. doi:10.7150/ijbs.6.133 PubMed PMID: 20224735; PubMed Central PMCID: PMC2836544.

45. Angiolillo L. Análisis del acondicionamiento previo deportivo para el Taekwondo Olímpico. [Internet]. Universidad Nacional de La Plata; 2021. Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=tesis&d=Jte2154

46. Angiolillo L, Casas A. Acondicionamiento previo deportivo para el Taekwondo Olímpico: una propuesta a partir de los ejercicios. Educación Física y Ciencia. 1 de febrero de 2021;23(1):e164-e164. doi:10.24215/23142561e164

47. Wells KF, Dillon EK. The Sit and Reach—A Test of Back and Leg Flexibility. Research Quarterly American Association for Health, Physical Education and Recreation. 1 de marzo de 1952;23(1):115-8. doi:10.1080/10671188.1952.10761965

48. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciana J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. J Sports Sci Med. enero de 2014;13(1):1-14. PubMed PMID: 24570599; PubMed Central PMCID: PMC3918544.

49. Zahran AS, ElSeoufy AAM. Biomechanics' Determinants of the Trunk Front Semi-Circular Kick (Dollyo Chagi) in Tae-Kwon-Do. Vol. 3. 2010;3((S)):921-9.

50. Logan P, Fornasiero D, Abernethy P, Lynch K. Protocols for the assessment of isoinertial strength. En: Physiological Tests for Elite Athletes. Champaign: Human Kinetics; 2000. p. 200-21.

51. Komi P, Nicol C. Stretch–Shortening Cycle of Muscle Function. En: Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention. Blackwell Scientific Publications; 2000. p. 88-102.

52. Komi PV, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. Med Sci Sports. 1978;10(4):261-5. PubMed PMID: 750844.

53. Seiberl W, Hahn D, Power GA, Fletcher JR, Siebert T. Editorial: The Stretch-Shortening Cycle of Active Muscle and Muscle-Tendon Complex: What, Why and How It Increases Muscle Performance? Front Physiol. 20 de mayo de 2021;12:693141. doi:10.3389/fphys.2021.693141 PubMed PMID: 34093246; PubMed Central PMCID: PMC8173190.

54. Turner A. Strength & conditioning for Taekwondo athletes. Professional Strength and Conditioning [Internet]. 2009 [citado 21 de enero de 2025]. Disponible en: https://repository.mdx.ac.uk/item/85077

55. Turner A, Comfort P. Advanced Strength and Conditioning. Routledge; 2018.

56. Bompa TO, Haff G. Periodization: theory and methodology of training. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2009. 411 p.

57. Chu D. Plyometric exercise. Vol. 5. 1984;5(6):56-63.

58. Ojeda-Aravena A, Herrera-Valenzuela T, Valdés-Badilla P, Báez-San Martín E, Thapa RK, Ramirez-Campillo R. A Systematic Review with Meta-Analysis on the Effects of Plyometric-Jump Training on the Physical Fitness of Combat Sport Athletes. Sports (Basel). 30 de enero de 2023;11(2):33. doi:10.3390/sports11020033 PubMed PMID: 36828318; PubMed Central PMCID: PMC9965890.

59. Comfort P, Haff GG, Suchomel TJ, Soriano MA, Pierce KC, Hornsby WG, et al. National Strength and Conditioning Association Position Statement on Weightlifting for Sports Performance. J Strength Cond Res. 1 de junio de 2023;37(6):1163-90. doi:10.1519/JSC.0000000000004476 PubMed PMID: 36952649.

60. Suchomel TJ, Comfort P, Stone MH. Weightlifting Pulling Derivatives: Rationale for Implementation and Application. Vol. 45. 2015;45(6):823-39. doi:10.1007/s40279-015-0314-y

61. Brown L, Domingos S, Doyle G, Galbraith KH and A. The Effects of Olympic Weightlifting Derivatives on Muay Thai Ro. Vol. 10. 2022;10(6).

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningùn conflicto de intereses

Financiamiento: El presente estudio fue autofinanciado por los autores