



Cinética y perfil del lactato en karatecas universitarios: comparación entre protocolos incremental y mínimo

Lactate kinetics and physiological profile in university karate athletes: comparative validation of incremental and minimum tests

Autores

Beatriz Elena Mestre Moron ¹
 Everardo Manuel Sánchez Puche ²
 Gabriel Fernando Franco Maya ³
 Edelberto R. Redondo Reynoso ⁴
 José Mauricio Rivero Olmos ⁵

^{1,3,5} Universidad Popular del Cesar (Colombia)

² Corporación Universitaria Latinoamericana (Colombia)

⁴ Universidad de la Guajira (Colombia)

Autor de correspondencia:
 Beatriz Elena Mestre Morón
educacionfisica@unicesar.edu.co

Recibido: 22-09-25

Aceptado: 26-12-25

Cómo citar en APA

Mestre Moron, B. E., Sanchez Puche, E. M., Franco Maya, G. F., Redondo Reynoso, E. R., & Rivero Olmos, J. M. (2026). Cinética y perfil del lactato en karatecas universitarios: comparación entre protocolos incremental y mínimo. *Retos*, 76, 544-553.
<https://doi.org/10.47197/retos.v76.117680>

Resumen

Introducción. El presente estudio se planteó un doble propósito: caracterizar la respuesta fisiológica del lactato y comparar dos protocolos para la determinación del umbral anaeróbico en karatecas universitarios de Barranquilla, Colombia.

Objetivo. Caracterizar la respuesta fisiológica del lactato y comparar dos protocolos para la determinación del umbral anaeróbico en karatecas universitarios de Barranquilla, Colombia.

Métodos. La muestra estuvo compuesta por trece deportistas ocho hombres y cinco mujeres; edad: 21.7 ± 2.3 años; IMC: 22.5 ± 1.8 kg/m², quienes realizaron, de manera aleatoria, una prueba incremental específica de patadas (IT) y un test de lactato mínimo (LMT). Durante ambos protocolos se monitorearon las concentraciones de lactato sanguíneo capilar, la frecuencia cardiaca y el número de patadas por minuto. La identificación del umbral de lactato se realizó mediante el consenso de dos evaluadores expertos.

Resultados. Los resultados evidenciaron valores similares de lactato en el umbral para ambas pruebas IT: 4.2 ± 0.9 mmol·L⁻¹; LMT: 4.5 ± 1.0 mmol·L⁻¹; $p = 0.31$; $d = 0.19$, así como una respuesta cardiaca elevada y consistente IT: 176 ± 8 latidos por minutos; LMT: 178 ± 9 latidos por minutos; $p = 0.27$; $d = 0.23$). No obstante, se observó una diferencia significativa en el rendimiento técnico: el número de patadas en el umbral fue mayor en el LMT 32 ± 6 vs. 28 ± 5 patada por minuto; $p = 0.02$; $d = 0.72$. El análisis de Bland-Altman reveló un sesgo medio bajo (-0.3 mmol·L⁻¹) y una alta concordancia inter evaluador (ICC = 0.91).

Conclusiones. Se concluye que, si bien ambos protocolos estiman el umbral de lactato de manera comparable, el LMT ofrece una mayor especificidad técnica, perfilándose como una herramienta valiosa para la planificación del entrenamiento en el ámbito universitario.

Palabras clave

Cinética del lactato; deportes de combate; fisiología del ejercicio; metabolismo anaeróbico; test incremental.

Abstract

Introduction. The present study had a twofold purpose: to characterize the physiological lactate response and to compare two protocols for determining the anaerobic threshold in university karate athletes from Barranquilla, Colombia.

Objective. To characterize the physiological lactate response and to compare two protocols for determining the anaerobic threshold in university karate athletes from Barranquilla, Colombia. **Methods.** The sample consisted of thirteen athletes (eight men and five women; age: 21.7 ± 2.3 years; BMI: 22.5 ± 1.8 kg/m², who performed a specific incremental kick test (IT) and a lactate minimum test (LMT) in randomized order. During both protocols, capillary blood lactate concentrations, heart rate, and the number of kicks per minute were monitored. The lactate threshold was identified through the consensus of two expert evaluators.

Results. Results showed similar lactate values at the threshold for both tests IT: 4.2 ± 0.9 mmol·L⁻¹; LMT: 4.5 ± 1.0 mmol·L⁻¹; $p = 0.31$; $d = 0.19$, as well as a high and consistent heart rate response IT: 176 ± 8 ; LMT: 178 ± 9 ; $p = 0.27$; $d = 0.23$. However, a significant difference was observed in technical performance: the number of kicks at the threshold was higher in the LMT 32 ± 6 vs. 28 ± 5 kicks per minute; $p = 0.02$; $d = 0.72$. Bland-Altman analysis revealed a low mean bias (-0.3 mmol·L⁻¹) and high inter-rater agreement (ICC = 0.91).

Conclusions. It is concluded that while both protocols estimate the lactate threshold comparably, the LMT offers greater technical specificity, positioning it as a valuable tool for training planning in the collegiate setting.

Keywords

Anaerobic metabolism; combat sports; exercise physiology; incremental test; lactate kinetics.

Introducción

En el ámbito universitario, el karate se ha consolidado como una disciplina de combate que exige un balance preciso entre potencia explosiva, velocidad de reacción y una eficiente capacidad de recuperación ante esfuerzos intermitentes de alta intensidad. En este contexto, el metabolismo anaeróbico láctico juega un rol preponderante, dado que la dinámica de acumulación y depuración del lactato condiciona tanto el rendimiento inmediato como la capacidad de mantener la ejecución técnica durante el combate (Bacon, 1999; Pereyra, 2023; Chaabène et al., 2012; Castañeda et al., 2021; Heugas et al., 2007; Karakaya et al., 2025; Hausen et al., 2021).

El umbral de lactato, tradicionalmente aceptado como un marcador sólido de la transición entre el predominio metabólico aeróbico y anaeróbico, ha sido objeto de estudio exhaustivo en deportes cíclicos como la natación o el ciclismo. (Agudelo et al., 2019; Billat et al., 2004; Huang et al., 2025; Chumvangvapee et al., 2025; Zheng et al., 2025;). Sin embargo, su determinación en disciplinas acíclicas, y específicamente en las artes marciales, es un campo que aún requiere mayor desarrollo. Durante la competición, los karatecas enfrentan demandas físicas que activan la glucólisis anaeróbica, elevando las concentraciones de lactato; este metabolito, lejos de ser solo un desecho, actúa como un indicador clave de la intensidad y la fatiga muscular (Cometti, 2019; López-Laval et al., 2021; Kaya y Shahidi, 2025).

La correcta evaluación de este parámetro fisiológico es vital, pues una eliminación eficiente del lactato es determinante para la recuperación (García-Tabar y Gorostiaga, 2018; Wasserman, 1984). Dado que el combate en el karate se caracteriza por acciones explosivas intercaladas con pausas breves, surge la necesidad de implementar protocolos de evaluación que integren gestos técnicos específicos, como la patada circular Mawashi Gere, para simular con mayor fidelidad la realidad competitiva (Haddad et al., 2013; Jeong et al., 2023; Shahidi et al., 2023).

Esta necesidad se intensifica en regiones de clima tropical como Barranquilla, donde la temperatura y la humedad imponen una carga fisiológica adicional al atleta. Las evaluaciones clásicas, como el test incremental (IT) o el máximo estado estable de lactato (MLSS). (Xie et al., 2024), se diseñaron originalmente para deportes cíclicos como carrera, natación, lo que restringe su utilidad en disciplinas de naturaleza explosiva e intermitente (Plato et al., 2008; Ribeiro et al., 2004). No obstante, el karate de alto rendimiento conlleva, inevitablemente, una alta producción de lactato, obligando a los entrenadores a buscar métodos de control que respeten la especificidad fisiológica del combate. (Martínez-Rodríguez et al., 2025; Nema, et al., 2024).

A pesar de la popularidad global del karate, su práctica en el contexto universitario demanda metodologías contextualizadas que atiendan tanto a las variables físicas como psicológicas (Augustovicova et al., 2025; Chumvangvapee et al., 2025; Karakaya et al., 2025). Las pruebas de laboratorio tradicionales, diseñadas para movimientos continuos, suelen tener limitaciones al aplicarse a deportes de naturaleza de fuerza y velocidad (Mirella, 2006; Badillo y Ayestarán, 2002; Cometti, 2019; Por ello, y ante la escasez de investigaciones fisiológicas en karate comparadas con otros deportes (Ribalda, 2016), este estudio se propuso como objetivo central comparar la respuesta del lactato sanguíneo entre un protocolo incremental específico de patadas y el Test de Lactato Mínimo (LMT) en karatecas universitarios, utilizando la patada circular Mawashi Gere. Se busca establecer la validez y aplicabilidad de ambos métodos para identificar con precisión el umbral de lactato en karatecas universitarios, proporcionando así una base científica para optimizar la preparación física en la región.

Método

Diseño y Participantes

La investigación se enmarcó en un enfoque cuantitativo de alcance exploratorio y correlacional, utilizando un diseño experimental para comparar dos pruebas fisiológicas en condiciones controladas. La población consistió en deportistas universitarios de Barranquilla activos en el circuito competitivo departamental. De un grupo inicial de dieciséis convocados, se seleccionó una muestra final de trece karatecas que cumplieron rigurosamente con los criterios de inclusión: edad entre 16 y 33 años, experiencia mínima de dos años, participación activa en torneos ASCUN, ausencia de patologías cardiovasculares o



metabólicas, y no consumo de sustancias ergogénicas. El estudio se adhirió a los principios éticos de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013) y contó con la aprobación del Comité de Ética institucional; todos los sujetos firmaron el consentimiento informado.

Procedimiento

La recolección de datos se llevó a cabo al inicio de la fase competitiva. Para garantizar la especificidad, se seleccionó la técnica de patada circular Mawashi Geri ejecutada sobre un saco de boxeo estandarizado 90 cm de altura, 70 kg, con líneas de referencia para asegurar la precisión del impacto. Las sesiones se realizaron en horario matutino 7:30 – 11:00 a.m., bajo una temperatura controlada de 23 °C y con los participantes en ayuno previo y descanso de 48 horas.

Cada deportista completó dos protocolos en orden aleatorio, con una semana de separación entre ellos:

1. Test Incremental (IT): Consistió en bloques de dos minutos de patadas continuas, intercalados con pausas de un minuto para la toma de muestras. La frecuencia inicial se fijó en 15 patadas/minuto, incrementándose progresivamente mediante un estímulo sonoro metrónomo digital D'Accord® hasta llegar al agotamiento voluntario o la incapacidad de mantener el ritmo.

2. Test de Lactato Mínimo (LMT): Este protocolo inició con un esfuerzo supra máximo de un minuto patadas a máxima velocidad para inducir hiperlactacidemia, seguido de una recuperación pasiva de 8 minutos para permitir la difusión del lactato. Posteriormente, se ejecutó una fase incremental similar a la del IT para determinar el punto de equilibrio entre producción y remoción de lactato.

Instrumentos y Análisis

Las variables fisiológicas se monitorearon con equipos de precisión: el lactato sanguíneo se analizó mediante un dispositivo electro enzimático portátil Lactate Plus Sport®, y la frecuencia cardiaca se registró con un pulsómetro Polar®. Polar H10 sensor de frecuencia cardíaca.

El umbral de lactato (LT) se determinó visualmente por dos evaluadores independientes. En el IT, se identificó como el punto previo al aumento exponencial del lactato; en el LMT, correspondió a la intensidad con la menor concentración de lactato durante la fase incremental post-recuperación. El análisis estadístico se realizó con el software SPSS v26, aplicando pruebas T para muestras emparejadas o Mann-Whitney según normalidad, correlación intraclase (ICC) y gráficos de Bland-Altman para evaluar la concordancia.

Resultados

Tabla 1. Los datos de la muestra de 13 karatekas universitarios (edad: $21,7 \pm 2,3$ años) muestran una altura media de $171,5 \pm 8,2$ cm y un peso de $66,8 \pm 7,4$ kg. El IMC promedio fue de $22,5 \pm 1,8$ kg/m², dentro de un rango saludable. Se observó un alto porcentaje de masa magra ($79,2 \pm 4,5$ %), junto con una suma de seis pliegues cutáneos en el rango moderado ($72,6 \pm 15,3$ mm). Estos datos confirman que la muestra posee una composición corporal adecuada para el atletismo de alto rendimiento, caracterizada por un bajo porcentaje de grasa corporal y un predominio de masa magra.

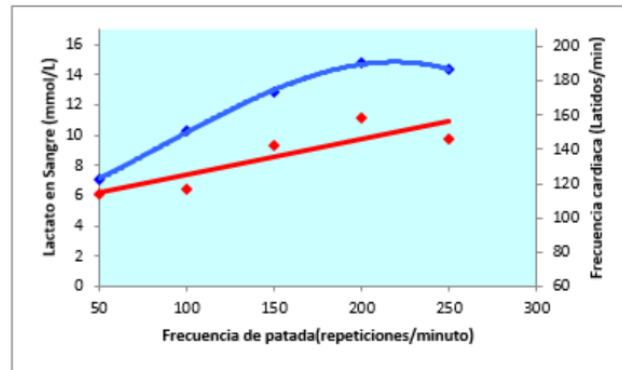
Tabla 1. Características descriptivas de la muestra (n=13)

Variable	Media \pm DE	Rango
Edad (años)	21.7 \pm 2.3	19 – 25
Estatura (cm)	171.5 \pm 8.2	160 – 186
Peso (kg)	66.8 \pm 7.4	55 – 82
IMC (kg/m ²)	22.5 \pm 1.8	19.8 – 25.6
Masa magra (%)	79.2 \pm 4.5	72 – 86
Suma 6 pliegues (mm)	72.6 \pm 15.3	55 – 98

Respecto a la comparación de protocolos, la Figura 1 ilustra la relación entre la carga de trabajo y la respuesta fisiológica. Se observa que la frecuencia cardiaca mantiene una linealidad con el esfuerzo, mientras que el lactato describe una curva exponencial característica. Es importante señalar que los

valores presentados derivan de la frecuencia de ejecución técnica de la patada por minuto, sirviendo como una referencia de la intensidad externa.

Figura 1. Relación entre la carga de trabajo y las respuestas fisiológicas del sujeto: concentración de lactato en sangre (mmol/L, línea azul) y frecuencia cardíaca (latidos por minuto, línea roja). Para un solo participante en días diferentes.



La Tabla 2 categoriza las áreas de entrenamiento (T1–T5) según la frecuencia cardíaca y la carga de trabajo, facilitando así una identificación más precisa de la intensidad relativa del esfuerzo. En el área T1, los niveles de frecuencia cardíaca (141 lpm; >102,6 W) indican intensidades altas que implican un mayor uso del metabolismo anaeróbico, lo cual es beneficioso para fomentar la tolerancia al lactato y la habilidad de mantener esfuerzos intermitentes de alta intensidad. Este esquema verifica la ventaja de unir parámetros cardiovasculares y mecánicos al identificar áreas de entrenamiento, asegurando una recomendación personalizada que se adapta a las necesidades fisiológicas del karate y promueve la mejora del desempeño en combate.

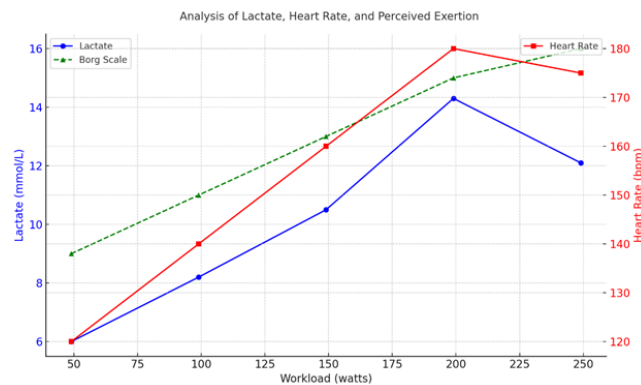
Tabla 2. Identificación del umbral de lactato (LT). Para un solo participante en días.

Zona de Entrenamiento	Frecuencia cardíaca (lpm)	Carga de trabajo
T1	< 140	< 104.0
T2	139 - 140	104.0 - 109.0
T3	135 - 139	109.0 - 125.6
T4	135 - 141	102.6 - 125.6
T5	> 141	> 102.6

Nota: T1 = Tiempo 1; T2 = Tiempo 2; T3 = Tiempo 3; T4 = Tiempo 4; T5 = Tiempo 5. (lpm)= Latidos por minutos.

La Gráfica 2 muestra la evolución del lactato sanguíneo, la frecuencia cardíaca y la percepción subjetiva del esfuerzo (escala de Borg) en función de la carga de trabajo. La frecuencia cardíaca (línea roja) aumenta progresivamente hasta alcanzar un máximo cercano a 180 lpm en 200 watts, con ligera disminución posterior, lo que refleja una respuesta cardiovascular proporcional a la intensidad. En paralelo, la percepción del esfuerzo (línea verde discontinua) se incrementa de forma lineal, confirmando la validez del autoreporte como indicador complementario de la fatiga. El lactato (línea azul) se eleva gradualmente desde valores cercanos a 6 mmol/L hasta un pico de 14–15 mmol/L en 200 watts, seguido de un descenso a 250 watts. Este comportamiento indica la superación del umbral anaeróbico y la activación predominante del metabolismo glucolítico, mientras que la reducción final podría explicarse por fatiga extrema que limita la producción de potencia o variaciones individuales en la tolerancia al esfuerzo. Estos resultados evidencian la coherencia entre respuestas fisiológicas objetivas y subjetivas, resaltando la importancia de integrar lactato, frecuencia cardíaca y percepción del esfuerzo en la planificación y control de entrenamientos de alta intensidad, especialmente en deportes de combate que exigen esfuerzos intermitentes.

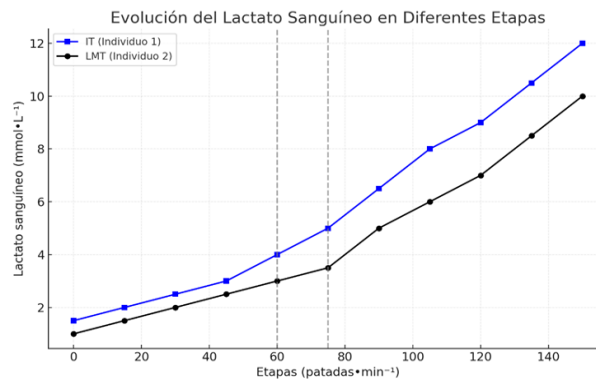
Figura 2. Cinética del lactato sanguíneo, frecuencia cardíaca y percepción subjetiva del esfuerzo (Borg) en función de la intensidad incremental del test específico de karate.



Gráfica del software del medidor de lactato (Lacte plus). Nota: La carga de trabajo watts, representa la progresión de la frecuencia de golpeo.

La Gráfica 3 demuestra que los dos individuos presentan un aumento gradual del lactato en la sangre conforme se incrementa la intensidad de la actividad patadas por minuto. Esto señala que el metabolismo anaeróbico láctico se activa cuando la necesidad de energía excede la capacidad del metabolismo aeróbico. Al realizar una comparación entre los sujetos, el Individuo 1 (IT, línea azul) muestra niveles de lactato superiores en cada una de las etapas. Comienza con $1.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ y llega a cerca de $12 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ al término de la evaluación. Persona 2 (LMT, línea negra): Sus concentraciones de lactato son menores, comenzando en $1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ y alcanzando $10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ en la fase final. Se nota un aumento más notable del lactato a partir de las etapas próximas a $80\text{-}100 \text{ patadas}\cdot\text{min}^{-1}$, lo cual podría asociarse al umbral anaeróbico de cada persona.

Figura 3. Umbral de Lactato ($60 \text{ patadas}\cdot\text{min}^{-1}$) determinado por IT (test incremental) y LMT (test de lactato mínimo) para dos participantes en días diferentes.

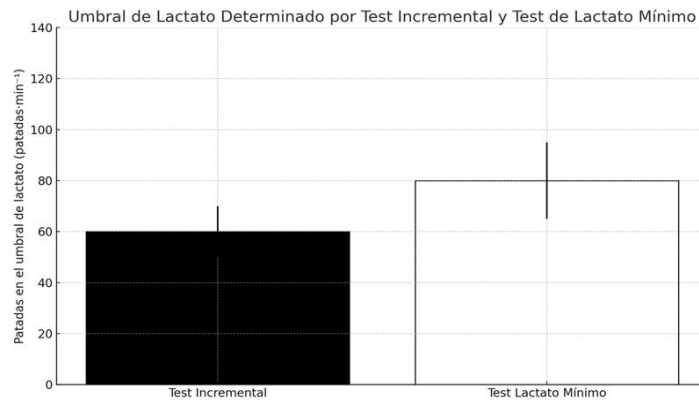


El Individuo 1 llega a niveles altos de lactato antes que el Individuo 2, lo que puede señalar una menor eficacia en la tolerancia al lactato o un metabolismo anaeróbico más acelerado. El aumento gradual indica la acumulación de lactato debido a una carga de trabajo anaeróbica excesiva. Las variaciones entre las personas pueden asociarse con la condición física, el tipo de entrenamiento, la capacidad para realizar actividades aeróbicas y la tolerancia al ácido láctico. En el entrenamiento personalizado, los niveles de lactato ayudan a determinar las zonas de intensidad adecuadas, evitar el cansancio temprano y organizar sesiones que mejoren el rendimiento tanto aeróbico como anaeróbico.

La Figura 4 demuestra que el umbral de lactato, establecido a través del Test Incremental ($\sim 60 \text{ patadas}/\text{min}$, $n=13$) y el Test de Lactato Mínimo ($\sim 80 \text{ patadas}/\text{min}$, $n=8$), no mostró diferencias significativas ($P>0,05$), lo que valida la equivalencia entre ambos protocolos. A pesar de que la muestra

en el Test de Lactato Mínimo es más pequeña, la solidez de sus resultados apoya su validez como una alternativa confiable al Test Incremental para evaluar el rendimiento en la disciplina de karate, asegurando una medición consistente de la actividad aeróbica y anaeróbica.

Figura 4. Ausencia de diferencias ($P>0,05$) en el umbral del lactato determinado mediante el test incremental ($n=13$) y el test de lactato mínimo ($n=8$), utilizando la patada giratoria Mawashi geri.



El hallazgo central (Tabla 3) indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en las variables fisiológicas del umbral (Lactato y FC) entre el IT y el LMT. Sin embargo, el LMT permitió a los atletas alcanzar una frecuencia de patadas significativamente mayor en el umbral 32 vs. 28 patadas/minutos; $p=0.02$), lo cual sugiere que este protocolo podría subestimar menos la capacidad técnica del deportista bajo fatiga.

Tabla 3. Comparación entre el umbral de lactato de IT y LMT.

Variable	IT (media \pm DE)	LMT (media \pm DE)	p	d de Cohen	IC95% de la diferencia
Lactato ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	4.2 ± 0.9	4.5 ± 1.0	0.31	0.19	-0.9 a 0.3
FC (lpm)	176 ± 8	178 ± 9	0.27	0.23	-5.8 a 1.7
Patadas/minutos	28 ± 5	32 ± 6	0.02*	0.72	-7.1 a -0.9

* Diferencia significativa ($p < 0.05$). Nota: FC (lpm)= Frecuencia cardiaca (Latidos por minutos).

La Tabla 4 muestra una alta concordancia entre protocolos y evaluadores. El sesgo de Bland-Altman fue mínimo ($-0.3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) con límites de acuerdo estrechos (-1.6 a $1.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), lo que indica diferencias poco relevantes. El ICC entre evaluadores alcanzó 0.91 (IC95%: 0.84-0.97), evidenciando excelente fiabilidad. Además, el 92% de los sujetos se situó dentro de los límites de acuerdo, confirmando la validez y reproducibilidad de las pruebas aplicadas.

Tabla 4. Análisis de concordancia

Análisis	Valor	IC95%
Sesgo (Bland-Altman)	$-0.3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	-1.6 a $1.0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$
ICC evaluadores (LT)	0.91	0.84 - 0.97
% sujetos dentro de LoA	92%	—

Nota: ICC (Intraclass Correlation Coefficient / Coeficiente de Correlación Intraclase): estadístico que mide el grado de fiabilidad o concordancia entre evaluadores u observaciones repetidas; LoA (Limits of Agreement / Límites de Acuerdo): rango de variación aceptable entre dos métodos de medición, calculado mediante el análisis de Bland-Altman; IC95% (95% Confidence Interval / Intervalo de Confianza del 95%): rango de valores dentro del cual se espera que se encuentre el valor verdadero con un 95% de probabilidad.

Discusión

Los resultados obtenidos validan la hipótesis de que tanto el protocolo incremental como el de lactato mínimo son métodos fiables para determinar el umbral anaeróbico en karatecas universitarios. La coincidencia en los valores de lactato y frecuencia cardiaca sugiere que ambos tests capturan con precisión el punto de transición metabólica.

No obstante, la diferencia observada en la frecuencia de patadas a favor del LMT es un aporte relevante. Al inducir una acidosis previa, el LMT podría preparar metabólicamente al organismo para sostener una mayor densidad técnica en la fase de evaluación, reflejando mejor las demandas de un combate real donde el atleta debe rendir bajo condiciones de fatiga acumulada. Esto coincide con lo reportado en la literatura sobre deportes de combate, donde la especificidad del test es crucial para la validez eco-lógica de los datos (Chaabène et al., 2018).

En cuanto a la mención de la carga en watts, si bien es una estimación indirecta en este estudio, resalta la necesidad de desarrollar ergómetros específicos para artes marciales que permitan cuantificar la potencia mecánica con la misma precisión que en el ciclismo, una limitación que abre puertas a futuras líneas de investigación.

En síntesis, el estudio aporta evidencia preliminar de que la caracterización fisiológica del lactato mediante protocolos específicos constituye una herramienta útil y aplicable para optimizar la planificación del entrenamiento en karate universitario.

Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que tanto el protocolo incremental como la prueba de lactato mínimo tienen una gran confiabilidad para identificar el umbral anaeróbico mediante la técnica especial de patada circular (Mawashi Geri). Al comparar los dos métodos, se demostró que ambos reconocen el mismo punto de cambio metabólico, sin mostrar diferencias estadísticas en las variables fisiológicas clave, tales como la frecuencia cardíaca y el nivel de lactato. Esto corrobora la hipótesis de trabajo, confirmando que ambos exámenes son herramientas intercambiables desde un punto de vista fisiológico para el control del entrenamiento en karatecas universitarios, sin tener en cuenta las variaciones que puedan surgir en el rendimiento mecánico.

Los hallazgos demostraron patrones coherentes en los niveles de lactato de los karatecas del Atlántico, evidenciando un aumento notable durante los entrenamientos de alta intensidad en comparación con los valores en estado de reposo, lo que valida la activación del metabolismo anaeróbico en momentos de máxima demanda, especialmente en acciones rápidas y explosivas que son propias de esta disciplina deportiva. Igualmente, se notó una recuperación gradual de los niveles de lactato después del esfuerzo, lo que refleja un proceso eficaz de eliminación que favorece la continuidad en el rendimiento competitivo.

Estos resultados destacan la relevancia de supervisar este indicador fisiológico para adaptar las cargas de entrenamiento a las necesidades individuales, maximizar la resistencia anaeróbica y perfeccionar la condición física de los deportistas.

Sin embargo, el pequeño tamaño de la muestra y la concentración de los participantes en un solo contexto regional restringen la posibilidad de generalizar los resultados. Por lo tanto, se sugiere ampliar la población del estudio e incluir diseños longitudinales que faciliten el análisis del lactato y su vinculación con el rendimiento deportivo en la disciplina del karate.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Popular del Cesar (UPC), Sede Sabanas, ubicada en Valledupar- Colombia. Además, expresan un agradecimiento formal al Comité de Ética de esa universidad, ya que su revisión y aprobación del método aseguran el respeto a los principios éticos que regulan la investigación en seres humanos. Finalmente, se expresa un agradecimiento a la Corporación



Universitaria Latinoamericana (CUL) de Barranquilla y a la Universidad de La Guajira, Sede Riohacha, por su valiosa contribución.

Financiación

En cuanto al financiamiento, se manifiesta que esta investigación fue llevada a cabo sin ayuda externa, no recibiendo aportes de instituciones públicas, privadas ni de organizaciones sin fines de lucro. Todos los gastos relacionados con el diseño, la implementación y el análisis fueron cubiertos por el equipo de investigación, dentro de sus responsabilidades académicas y de extensión.

Por lo tanto, los autores afirman que no hay conflictos de interés, garantizando que los resultados se basan únicamente en propósitos científicos enfocados en la Región Caribe. Esta cooperación institucional muestra el trabajo en equipo de las universidades involucradas, con el objetivo de proporcionar no solo pruebas empíricas, sino también estimular la reflexión dentro de las instituciones acerca de la importancia de mejorar la investigación científica.

Referencias

- Agudelo, Cristian & Silva, Briam & Taborda, Hugo & Valencia-Sánchez, Wilder & Gaviria, Samuel. (2019). COMBATES SIMULADOS EN TAEKWONDO: FRECUENCIA CARDIACA, LACTATO SANGUÍNEO, FRECUENCIA RESPIRATORIA Y ACELERACIONES (COMBATS SIMULATED IN TAEKWONDO: HEART RATE, BLOOD LACTATE, BREATHING FREQUENCY AND ACCELERATIONS). *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*. 15. 32-43.
- Augustovicova, D., Hadza, R., Magyar, A., Van Biesen, D., & Hruby, M. (2025). Kata selection trends in top-level para-karate competitions: A multi-championship study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01081-x>
- Bacon L, Kern M (1999). Evaluating a test protocol for predicting maximum lactate steady state. *J Sports Med Phys Fitness* 1999;39(4):300-308
- Badillo, J. J. G., & Ayestarán, E. G. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: Aplicación al alto rendimiento deportivo*. INDE.
- Billat, V., Sirvent, P., Lepretre, P. M., & Koralsztein, J. P. (2004). Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. *Pflugers Archiv : European journal of physiology*, 447(6), 875–883. <https://doi.org/10.1007/s00424-003-1215-8>
- Castañeda-Babarro, A. (2021). The wingate anaerobic test, a narrative review of the protocol variables that affect the results obtained. *Applied Sciences*, 11(16), 7417. <https://doi.org/10.3390/app11167417>
- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(10), 829–843. <https://doi.org/10.1007/BF03262297>
- Chumvangvapee, P., Taweekarn Vannajak, P., Vannajak, K., Kanpetta, Y., Kokittipong, W., & Luesopha, P. (2025). Impact of endurance training on vo_2max , sprint ability, and lactate in youth female basketball players. *Retos*, 68, 2072–2081. <https://doi.org/10.47197/retos.v68.116686>
- Cometti, G. (2019). *El entrenamiento de la velocidad*. Paidotribo.
- García-Tabar, I., & Gorostiaga, E. M. (2018). A “blood relationship” between the overlooked minimum lactate equivalent and maximal lactate steady state in trained runners. *Back to the old days? Frontiers in Physiology*, 9, 1034. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01034>.
- Haddad, M., Chaouachi, A., Wong, delP., Castagna, C., Hambli, M., Hue, O., & Chamari, K. (2013). Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on perceived exertion during submaximal effort. *Physiology & behavior*, 119, 185–189. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.06.016>
- Hausen, M., Freire, R., Machado, A. B., Pereira, G. R., Millet, G. P., & Itaborahy, A. (2021). Maximal and submaximal cardiorespiratory responses to a novel graded karate test. *Journal of Sports Science and Medicine*, 310-316. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.310>

- Heugas, A. M., Nummela, A., Amorim, M. A., & Billat, V. (2007). Multidimensional analysis of metabolism contributions involved in running track tests. *Journal of science and medicine in sport*, 10(5), 280–287. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.07.013>.
- Huang, T., Liang, Z., Wang, K., Miao, X., & Zheng, L. (2025). Novel insights into athlete physical recovery concerning lactate metabolism, lactate clearance and fatigue monitoring: A comprehensive review. *Frontiers in Physiology*, 16, 1459717. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1459717>
- Jeong, G., Jung, H., So, W.-Y., & Chun, B. (2023). Effects of taekwondo training on growth factors in normal korean children and adolescents: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Children*, 10(2), 326. <https://doi.org/10.3390/children10020326>
- Karakaya, H., Balcioğlu, T. H., Topsakal, N., & Cöbek Ünalın, P. (2025). Elit karate sporcularında maksimal egzersiz sonrası laktat düzeyi, öncelleme zamanı ve tepki süresi değişimlerinin incelenmesi. *International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences*, 11(2), 121-130. <https://doi.org/10.18826/useeabd.1599901>
- Kaya, M. Z., & Shahidi, S. H. (2025). Lactate kinetics and fatigue dynamics in elite taekwondo athletes during a 30-second continuous jump protocol. *Physical Activity Review*, 13(2), 12-21. <https://doi.org/10.16926/par.2025.13.16>
- López-Laval, I., Mielgo-Ayuso, J., Terrados, N., & Calleja-González, J. (2021). Evidence-based post exercise recovery in combat sports: a narrative review. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 61(3), 386–400. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11341-0>
- Martínez-Rodríguez, A., López-Plaza, D., Nadal-Nicolás, Y., Sánchez-Sánchez, J., Leyva-Vela, B., Cuestas-Calero, B. J., Ramos-Campo, D. J., Andreu-Caravaca, L., & Rubio-Arias, J. Á. (2025). Impact of recovery strategies on physiological and performance parameters in karate athletes: A randomized crossover study. *Sport Sciences for Health*, 21(4), 2993-3005. <https://doi.org/10.1007/s11332-025-01509-4>
- Mirella, R. (2006). Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad. Editorial Paidotribo
- Mundial, A. M. (2013). Declaración de Helsinki de la AMM: principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. Ferney-Voltaire: AMM.
- Nema, K., Ruzbarsky, P., Rydzik, Ł., & Peric, T. (2024). Relationship of selected conditioning parameters and sport performance indicators in karate. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1433117. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1433117>
- Pereyra, E. (2023). Perfil fisiológico y características del combate en karate: una revisión sistemática. *Retos*, 48, 658–666. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.96662>
- Plato, P. A., McNulty, M., Crunk, S. M., & Tug Ergun, A. (2008). Predicting lactate threshold using ventilatory threshold. *International journal of sports medicine*, 29(9), 732–737. <https://doi.org/10.1055/s-2007-98945>
- Ribeiro, L. F., Malachias, P. C., Junior, P. B., & Baldissera, V. (2004). Lactate and glucose minimum speeds and running performance. *Journal of science and medicine in sport*, 7(1), 123–127. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(04\)80051-3](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(04)80051-3)
- Shahidi, S. H., Coşkun, G., & E. Holway, F. (2023). Investigation of oxygen uptake kinetics and anthropometric profiles in elite kickboxing athletes. *International Journal of Kinanthropometry*, 3(2), 1-8. <https://doi.org/10.34256/ijk2321>
- Wasserman, K. (1984). The Anaerobic Threshold Measurement to Evaluate Exercise Performance. *American Review of Respiratory Disease*, 129(2P2), S35-S40. <https://doi.org/10.1164/arrd.1984.129.2P2.S35>
- World medical association declaration of helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. (2013). *JAMA*, 310(20), 2191. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053>
- Xie, H., Mao, X., & Wang, Z. (2024). Effect of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on blood lactate clearance after high-intensity test in adult men. *Frontiers in Physiology*, 15, 1451464. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1451464>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Beatriz Elena Mestre Morón
Everardo Manuel Sánchez Puche
Gabriel Fernando Franco Maya
Edelberto Rafael Redondo Reynoso
José Mauricio Rivero Olmos
Everardo Manuel Sánchez Puche

educacionfisica@unicesar.edu.co
esanchezp@cul.edu.co
gffranco@unicesar.edu.co
erafael@uniguajira.edu.co
jmauriciorivero@unicesar.edu.co
esanchezp@cul.edu.co

Autora
Autor
Autor
Autor
Autor
Traductor