

**Ciencias
aplicadas**

Efecto de una intervención individualizada sobre el VO_2 máx en un deportista de la liga de karate de sucre: Estudio de caso

Effect of individualized intervention on Vo_2 max in an athlete from the Sucre Karate League: Case study

**María Fernanda, Ibarra-Ramos; Luis Fernando Quintero-Sampayo;
Andrés Felipe Avilés-García; Harry Buelvas-Girón**

*Email de correspondencia: maría.ibarra@cecar.edu.co

Recibido: 15-jul.-25

Aceptado: 07-sep.-25

Resumen

En el contexto actual del deporte de competición, la preparación física especializada se ha convertido en un factor determinante en el rendimiento atlético, particularmente en disciplinas que requieren una alta demanda energética intermitente, como el karate. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de una intervención individualizada sobre el VO_2max en un atleta juvenil de la Liga de Karate de Sucre. Se trató de un estudio de caso con un diseño preexperimental, aplicado a un karateca de 17 años seleccionado de forma intencional y no probabilística. Para la recolección de datos se utilizó el test de Andersen, prueba de campo ampliamente utilizada en la evaluación del consumo máximo de oxígeno en población juvenil. Los resultados mostraron un incremento de 23 metros en la distancia recorrida, así como una mejora en el VO_2max de 54,6 a 56,5 ml/kg/min, lo que supone un incremento del 3,5%, por lo que se puede determinar que la individualización del entrenamiento podría ser una estrategia eficaz para optimizar la capacidad aeróbica e influir en el desarrollo de los jóvenes deportistas.

Palabras clave: Karate, Consumo máximo de oxígeno, Test de Andersen Preparación física, Intervención, Deporte

Abstract

In the current context of competitive sport, specialized physical preparation has become a determining factor in athletic performance, particularly in disciplines that require high intermittent energy demand, such as karate. The objective of this study was to analyze the effect of an individualized intervention on VO_2max in a youth athlete of the Sucre Karate League. It was a case study with a pre-experimental design, applied to a 17-year-old karate player selected intentionally and non-probabilistically. The Andersen Test, a field test widely used in the evaluation of maximal oxygen consumption in juvenile populations, was used for data collection. The results showed an increase of 23 meters in the distance covered, as well as an improvement in VO_2max from 54.6 to 56.5 ml/kg/min, representing an increase of 3.5%, so it can be determined that the individualization of training could be an effective strategy to optimize aerobic capacity and influence the development of young athletes.

Keywords: Karate, Maximum oxygen consumption, Andersen test Physical preparation, Intervention, Sport

Introducción

En el contexto actual del deporte competitivo, la preparación física especializada se ha convertido en un factor determinante del rendimiento atlético, particularmente en disciplinas que exigen alta demanda energética intermitente, como el karate. Uno de los principales indicadores del estado funcional del sistema cardiorrespiratorio es el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$), el cual permite estimar la capacidad aeróbica del deportista y, por ende, su resistencia y eficiencia metabólica durante los entrenamientos y la competencia (Bassett Jr. & Howley, 2000). En la población juvenil, la evaluación y desarrollo del $\text{VO}_2\text{máx}$ es especialmente relevante, ya que en esta etapa se consolidan muchas de las capacidades físicas que influirán directamente en la trayectoria deportiva a largo plazo (Ruiz et al., 2011)

En el caso del karate, una disciplina que combina esfuerzos explosivos con fases de recuperación activa, contar con una capacidad cardiovascular desarrollada puede representar una ventaja estratégica. A pesar de que el $\text{VO}_2\text{máx}$ no es el único factor determinante del rendimiento en este deporte, su papel como base para la recuperación entre esfuerzos y para sostener la intensidad durante entrenamientos prolongados es indiscutible (Cofré-Bolados et al., 2016). Sin embargo, en contextos como el de las ligas regionales, es común encontrar vacíos en la planificación individualizada del entrenamiento aeróbico, especialmente en categorías formativas. Esto se debe en parte a la falta de evaluaciones precisas y accesibles que permitan ajustar la carga de trabajo a las necesidades reales del atleta (Halsen, 2014).

Uno de los recursos más empleados en escenarios escolares y deportivos con limitaciones de infraestructura es el test de Andersen, una prueba indirecta de campo validada para estimar el $\text{VO}_2\text{máx}$ en poblaciones infantiles y juveniles (Andersen et al., 2008). Esta prueba, además de ser económica y fácil de aplicar, ha demostrado correlaciones aceptables con pruebas de laboratorio en diferentes

estudios internacionales (Aadland et al., 2014a). No obstante, la implementación de pruebas genéricas de resistencia aeróbica como el test de Andersen en estudios de caso individualizados es poco frecuente en deportes de combate como el karate. Como señala, Nunan (2006) no existe aún un protocolo para evaluar la capacidad aeróbica de karatecas que simule la naturaleza la actividad. Además, incluso las pruebas específicas de combate “rara vez incluyen fases de verificación”, lo que evidencia que el VO_2 máx medido mediante protocolos continuos no es una prioridad en la planificación individual. En su lugar, la literatura prioriza evaluaciones específicas por ejemplo KSAT o MKUKS validadas por su representatividad y fiabilidad en karatecas individuales (Chaabene et al., 2018).

Por lo tanto, se evidencia la utilidad de la prueba mencionada, así como la necesidad de investigar intervenciones personalizadas que se planifiquen a partir de los resultados obtenidos en la prueba de Andersen y su posible efecto sobre la mejora del VO_2 máx en deportistas de esta disciplina (Aadland et al., 2014b)

Diversos estudios señalan que, en el entrenamiento de deportistas jóvenes, persiste el uso de planes estandarizados que no consideran las diferencias individuales en la condición física ni las respuestas específicas ante estímulos particulares (Fátima & Alejo, 2017). En el caso del karate, esta tendencia también se observa, donde la planificación del entrenamiento físico frecuentemente no incluye la valoración objetiva de capacidades aeróbicas, como el VO_2 máx, lo cual limita la posibilidad de diseñar intervenciones personalizadas y eficaces. Investigaciones recientes han identificado una baja frecuencia en la implementación de pruebas fisiológicas en artes marciales, y cuando se aplican, su interpretación suele ser limitada, enfocándose en resultados generales sin integrar esos datos en el diseño de cargas o microciclos de entrenamiento (Chaabene et al., 2018b)

Como consecuencia, no considerar estas variables puede afectar negativamente el proceso formativo de los karatecas juveniles. La falta de personalización puede restringir el desarrollo del potencial físico de los jóvenes

atletas y aumentar el riesgo de sobrecarga o estancamiento (Fátima & Alejo, 2017). Asimismo, la ausencia de monitoreo objetivo dificulta el seguimiento real del impacto de los entrenamientos, afectando la toma de decisiones informadas (Méndez et al., 2021).

Los efectos negativos de esta situación son múltiples: en primer lugar, una preparación física inadecuada puede traducirse en un menor rendimiento competitivo, especialmente en combates prolongados o en torneos con múltiples rondas en un solo día. Segundo, puede aumentar el riesgo de fatiga prematura, sobre entrenamiento y lesiones por carga acumulada. Por último, la falta de avances percibidos puede impactar la motivación y la adherencia del joven deportista al proceso de entrenamiento (Méndez et al., 2021)

De mantenerse esta tendencia, las categorías formativas de karate podrían no desarrollar de manera óptima sus capacidades aeróbicas, lo que comprometería tanto su rendimiento inmediato como sus posibilidades de progresar hacia niveles competitivos superiores. La ausencia de información detallada sobre el estado físico individual de cada atleta limita la posibilidad de adecuar de manera específica los planes de entrenamiento, comprometiendo así la aplicación del principio de individualización, fundamental en las bases teóricas del entrenamiento deportivo (Weineck et al., 1996). Además, la omisión de indicadores fisiológicos clave como el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ en las rutinas de evaluación podría perpetuar una cultura de entrenamiento basada más en la intuición que en la evidencia.

En el karate do la evaluación del $\text{VO}_2 \text{ máx}$ representa un reto constante en su aplicación debido a las limitantes de recursos y espacios de infraestructura adecuada disponibles en la mayoría de contextos, si bien se han realizado esfuerzos por desarrollar pruebas de resistencia específica de su interpretación es limitada a las repeticiones alcanzadas en un estadio, sin estimar el $\text{Vo}_2 \text{ máx.}$, por lo tanto es necesario acudir a pruebas alternativas, que no sean necesariamente continuas ni incrementales, en consideración a la dinámica funcional del karate do, en sentido el karate do al ser considerado un deporte con dinámica intermitente (Ojeda-Aravena et al., 2021), donde el componente aeróbico es condicionante del

rendimiento, dicha dinámica coincide con el protocolo de la prueba de Anderssen ya que requiere de actividad intensa durante 15s con una relación 1:1 en su trabajo y descanso, siendo intermitente igualmente (Andersen et al., 2008).

Por lo tanto, una posible alternativa frente a esta situación es implementar estudios de caso con intervenciones individualizadas, que no solo permitan valorar el impacto de planes aeróbicos sobre el $\text{VO}_2\text{máx}$, sino que también sirvan como modelo para otros deportistas en formación, otros clubes o ligas que se sirvan de replicar trabajos de intervención objetivos. En este sentido, las pruebas de campo como la prueba de Andersen ofrecen una oportunidad ideal para realizar seguimiento funcional en contextos de recursos limitados. Al combinar este tipo de herramientas con una planificación del entrenamiento ajustada a las necesidades del deportista, se pueden obtener mejoras significativas tanto en el rendimiento como en la salud cardiorrespiratoria (Andersen et al., 2008).

A partir de lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo analizar el efecto de una intervención individualizada sobre el $\text{VO}_2\text{máx}$ en un deportista juvenil de la Liga de Karate de Sucre, utilizando la prueba de Andersen como herramienta de evaluación. Se espera que los resultados permitan comprender mejor cómo adaptar la carga de entrenamiento aeróbico a las características individuales del atleta, y así contribuir a la optimización del rendimiento deportivo desde edades tempranas.

Reporte del Caso

Este estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que se pretende medir de forma objetiva los efectos de una intervención específica sobre el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$) en un deportista juvenil perteneciente a la Liga de Karate del departamento de Sucre. Este tipo de enfoque permite el análisis estadístico y la recolección de datos numéricos a partir de pruebas objetivas, lo cual es esencial para evaluar cambios pre y post intervención.

Respecto al alcance, se trata de un estudio descriptivo con alcance explicativo, puesto que no solo se busca caracterizar el estado actual del deportista frente al $\text{VO}_2\text{máx}$, sino también explicar el impacto de una intervención estructurada a

través de una rutina de entrenamiento personalizada sobre este indicador fisiológico. Esto permite observar si la aplicación del plan de trabajo influye directamente en la capacidad cardiorrespiratoria del sujeto, medida a través del Test de Andersen.

El diseño adoptado fue de tipo preexperimental con preprueba y posprueba en un solo grupo ($n=1$), sin grupo control, dado que se trabajó con un único sujeto en condiciones reales de entrenamiento. Este tipo de diseño resulta adecuado cuando se desea observar efectos preliminares de una intervención sin necesidad de manipular de forma estricta todas las variables contextuales.

El estudio fue de corte longitudinal, ya que se realizó una medición inicial (preprueba), seguida de la intervención de entrenamiento durante un periodo determinado, y finalmente se ejecutó una medición final (posprueba). Este diseño permite establecer diferencias entre los momentos de evaluación para determinar posibles cambios producto del estímulo aplicado.

La población objeto del estudio estuvo compuesta por los deportistas juveniles de la Liga de Karate del departamento de Sucre. La muestra fue intencional y no probabilística, conformada por un solo sujeto ($n=1$), un adolescente de 17 años, cinturón violeta, quien cuenta con más de dos años de experiencia competitiva en el karate do. Este participante fue seleccionado bajo los siguientes criterios de inclusión: ser miembro activo de la Liga de Karate de Sucre, contar con la autorización de los padres o tutores legales, no presentar lesiones ni condiciones médicas que impidan su participación en actividades físicas exigentes, y estar en etapa de preparación deportiva activa.

Para la recolección de datos se empleó el Test de Andersen, una prueba de campo ampliamente utilizada en la evaluación del consumo máximo de oxígeno en poblaciones juveniles. Esta prueba consiste en realizar carreras intermitentes de ida y vuelta en un espacio de 20 metros durante un tiempo determinado de 10 minutos, alternando entre 15 segundos de esfuerzo y 15 segundos de descanso, contabilizando la distancia total recorrida. La prueba ha mostrado ser válida y

confiable para estimar el $\text{VO}_2\text{máx}$ en poblaciones escolares activas, además de ser de fácil aplicación y bajo costo.

Antes de iniciar la intervención, se aplicó la preprueba mediante el Test de Andersen, registrando la distancia recorrida por el participante. Luego, se implementó un plan de entrenamiento individualizado basado en actividades aeróbicas de tipo intervalado, con énfasis en el desarrollo de la resistencia cardiorrespiratoria, combinando sesiones de carrera continua, cambios de ritmo, y ejercicios funcionales. La duración del programa fue de ocho semanas, con una frecuencia de tres sesiones semanales de 60 minutos. Todas las sesiones fueron desarrolladas bajo la supervisión directa del investigador.

Al finalizar la intervención, se aplicó nuevamente la prueba de Andersen como posprueba, siguiendo las mismas condiciones de la evaluación inicial, para determinar si existió un cambio significativo en la distancia recorrida y, por tanto, en la estimación del $\text{VO}_2\text{máx}$ del deportista. Los datos obtenidos fueron registrados en una matriz de Excel y posteriormente analizados mediante estadística descriptiva, observando diferencias entre los valores pre y post intervención.

Plan De Intervención

Tabla 1

Duración y Características del sujeto

Aplicar un programa individualizado de entrenamiento aeróbico durante ocho semanas para aumentar el $\text{VO}_2\text{máx}$ en un deportista juvenil de la Liga de Karate de Sucre.	
Duración y frecuencia del programa: ○ Duración total: 8 semanas ○ Frecuencia: 3 veces por semana ○ Duración por sesión: 60 minutos ○ Total, de sesiones: 24	Características del sujeto: ○ Edad: 17 años ○ Género: Masculino ○ Nivel deportivo: Competitivo (cinturón Violeta) ○ Experiencia: 2 años en la Liga de Karate ○ Estado de salud: Sin lesiones ni restricciones médicas.

Fuente: Elaboración propia

Figura 1
Escala de Foster



Nota: original de (Foster et al., 2017) (Foster et al., 2021)

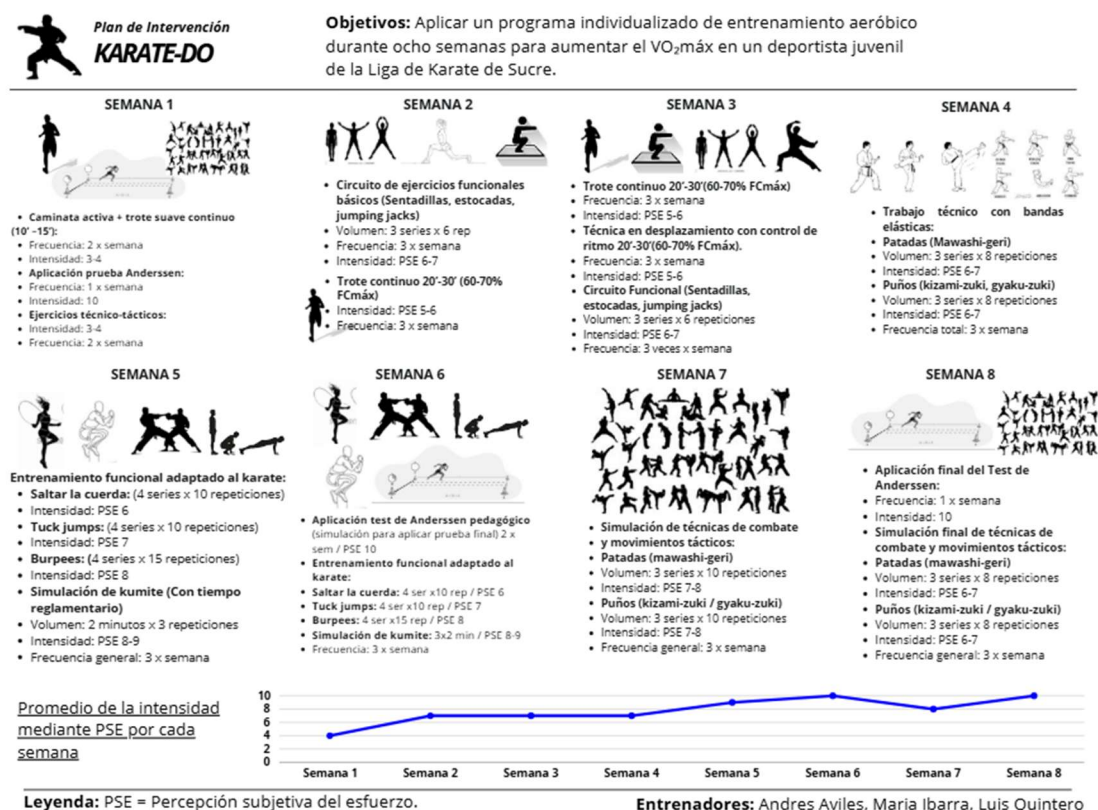
Dentro del plan de intervención se utilizó la escala de Foster como instrumento para evaluar la percepción subjetiva del esfuerzo.

Descripción de las sesiones

○ Semana 1 y 2 – Fase de adaptación general

Durante estas semanas iniciales se establece una base funcional y aeróbica de bajo impacto, con el objetivo de preparar al deportista física y fisiológicamente para las demandas futuras. Las sesiones incluyen caminatas activas y trotes suaves de 10 a 15 minutos, realizados dos veces por semana. Se introduce la prueba de Andersen (semana 1), como evaluación inicial del VO_2 máx, con intensidad máxima (PSE 10). Además, se ejecutan ejercicios técnico-tácticos propios del Karate-Do y un circuito de ejercicios funcionales básicos (sentadillas, estocadas, jumping jacks) con baja carga y moderada intensidad. Esta fase se enfoca en fomentar la movilidad, la familiarización con el trabajo físico y la conexión entre la técnica y la capacidad aeróbica.

Figura 2
Programa de intervención



Fuente: Elaboración propia

○ Semana 3 y 4 – Desarrollo de la resistencia aeróbica

Esta etapa busca mejorar la resistencia aeróbica del deportista mediante trabajos continuos y controlados. Se realizan trotes prolongados (20-30 minutos) al 60-70% de la frecuencia cardíaca máxima, combinados con desplazamientos técnicos sostenidos en posición de combate, con control del ritmo. Se mantienen los ejercicios funcionales en circuito, aumentando la carga progresivamente. En la semana 4 se incorpora el uso de bandas elásticas como resistencia externa para la ejecución de técnicas específicas (mawashi-geri, kizami-zuki, gyaku-zuki), lo que fortalece la musculatura implicada en el gesto técnico y mejora la coordinación bajo tensión. La intensidad general de estas semanas oscila entre PSE 5 y 7.

○ Semana 5 y 6 – Fase de intensidad moderada-alta

En estas semanas se incrementa la intensidad del programa, enfocándose en el acondicionamiento funcional y técnico. Se incluye un entrenamiento adaptado al karate compuesto por ejercicios como salto a la cuerda (4x10), tuck jumps (4x10) y burpees (4x15), con intensidades que oscilan entre PSE 6 y 8. También se realizan simulaciones de kumite (3 repeticiones de 2 minutos), con exigencia aeróbica alta (PSE 8-9). En la semana 6 se reaplica el test de Andersen como medida intermedia, y se retoma el circuito funcional con mayor volumen y control técnico. Esta fase representa el punto medio de la intervención, con sesiones de mayor carga, especificidad y esfuerzo percibido.

○ Semana 7 – Consolidación técnica y aeróbica

En esta semana se busca integrar todo lo trabajado anteriormente mediante sesiones de alta especificidad. Se realizan simulaciones de combate que combinan desplazamientos, técnicas ofensivas y defensivas bajo condiciones similares a las del entorno competitivo. El volumen de trabajo técnico se mantiene elevado (3x10) en técnicas como mawashi-geri, kizami-zuki y gyaku-zuki, con intensidad moderada-alta (PSE 7-8). El objetivo principal es afianzar la capacidad del deportista para ejecutar con eficiencia técnica bajo fatiga y mantener un rendimiento constante a lo largo del tiempo de combate.

○ Semana 8 – Evaluación final y retroalimentación

La semana final está destinada a la evaluación post-intervención del VO_2 máx mediante la aplicación del Test de Andersen, con el fin de comparar resultados y valorar el impacto del programa. Además, se mantiene el componente técnico a través de simulaciones con técnicas de pierna y puño (mawashi-geri, kizami-zuki, gyaku-zuki) a volúmenes de 3x8 y con intensidad media-alta (PSE 6-7). Las sesiones se complementan con retroalimentación individual para destacar logros, identificar aspectos por mejorar y proyectar la planificación futura. Esta semana cierra el proceso de intervención con un enfoque en la evaluación, el análisis y la proyección del rendimiento

Las sesiones se realizarán tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes), con una duración aproximada de 60 minutos por sesión, durante las ocho semanas de intervención.

Técnicas implementadas en el plan de intervención

Durante la intervención se emplearon ejercicios funcionales aeróbicos adaptados al Karate-Do con el objetivo de mejorar la resistencia cardiovascular del deportista. Estos ejercicios incluyeron movimientos como sentadillas, estocadas, jumping jacks, saltos con cuerda, tuck jumps y burpees, organizados en circuitos de baja a moderada intensidad y en bloques intermitentes de trabajo. Estas actividades fueron diseñadas no solo para aumentar el $VO_{2\text{máx}}$, sino también para la eficiencia del movimiento durante la práctica específica del deporte (Slimani et al., 2016)

Otro recurso utilizado fue el trabajo con bandas elásticas, mediante el cual se realizaron repeticiones de técnicas como mawashi-geri, kizami-zuki y gyaku-zuki durante desplazamientos. Esta modalidad de entrenamiento aportó resistencia adicional, mejorando la fuerza específica y manteniendo el enfoque aeróbico gracias a la dinámica continua de ejecución. Se trató de una integración efectiva entre el desarrollo físico y la técnica especializada del karate (Cid-Calfucura et al., 2023)

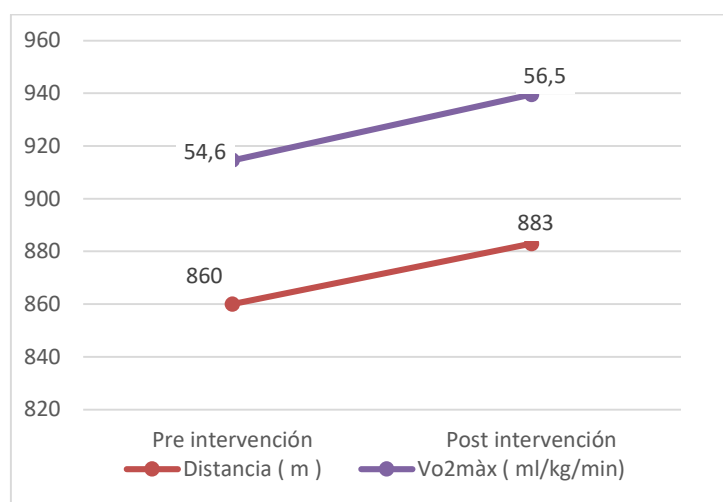
También se aplicó una combinación de métodos de entrenamiento continuo, como el trote mantenido al 60–70 % de la frecuencia cardíaca máxima, e intermitente, como los circuitos funcionales de alta intensidad. Esta combinación resultó clave para estimular tanto las adaptaciones centrales del sistema cardiovascular como las periféricas, propias del esfuerzo deportivo (Tabata, 2019). Finalmente, se utilizó la prueba de Andersen como herramienta de evaluación para estimar el $VO_{2\text{máx}}$ del deportista. Este test fue aplicado en la primera semana como diagnóstico inicial, nuevamente en la sexta semana como simulación para la prueba final y finalmente ejecutada en la octava semana como medición final, permitiendo observar el progreso fisiológico del deportista durante el programa. El test se caracteriza por ser una prueba intermitente y

estandarizada, adecuada para contextos deportivos como el karate, donde predominan los cambios de ritmo (Andersen et al., 2008).

Análisis de Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en las fases pre y post intervención, tras la aplicación de la prueba de Andersen, con el propósito de estimar el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$) del deportista perteneciente a la Liga de Karate do de Sucre.

Figura 3
Análisis de variables



En el **Figura 3** se presentan los datos obtenidos durante la prueba de campo. Donde la distancia recorrida por el deportista en la pre- intervención fue de 860 metros, aumentando a 883 metros al finalizar el proceso, lo cual representa una mejora de 23 metros. Asimismo, se evidenció un incremento significativo en el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$), pasando de 54,6 a 56,5 ml/kg/min. Estos cambios reflejan adaptaciones fisiológicas positivas, ya que el $\text{VO}_2\text{máx}$ es un indicador clave de la eficiencia del organismo para transportar y utilizar oxígeno durante la actividad física.

Discusión

El objetivo de este estudio de caso fue realizar un análisis del efecto de una intervención individualizada sobre el consumo máximo de oxígeno en un

deportista de la liga karate-Do de Sucre, utilizando como herramienta de evaluación la prueba de Andersen. Este protocolo ha sido implementado y validado en contextos deportivos gracias a su bajo costo, facilidad de aplicación y validez aceptable como estimar del VO₂ máximo (Andersen et al., 2008). Su formato intermitente resulta especialmente apropiado para deportes como el karate, donde los esfuerzos intensos se alternan con pausas breves de recuperación activa.

Una de las principales ventajas de la prueba de Andersen radica en su alta aplicabilidad en escenarios con limitaciones de infraestructura, situación frecuente en las ligas deportivas regionales. Al no requerir equipamiento costoso ni tecnología avanzada, esta prueba puede implementarse en canchas o espacios abiertos, permitiendo evaluar múltiples atletas de forma simultánea. Esta accesibilidad la convierte en una herramienta ideal para el monitoreo de capacidades aeróbicas en deportistas formativos, especialmente cuando se requieren evaluaciones específicas para artes marciales (Chaabène et al., 2012)

Los resultados del presente estudio mostraron que la intervención aeróbica individualizada produjo una mejora significativa en el rendimiento del deportista evaluado. La distancia recorrida aumentó en 23 metros, mientras que la estimación del VO₂ máximo pasó de 54,6 ml/kg/min a 56,5 ml/kg/min. Aunque esta diferencia puede parecer modesta, es fisiológicamente significativa, indicando una mayor eficiencia en el transporte y utilización del oxígeno durante el ejercicio. Estas mejoras son consistentes con estudios que demuestran que el entrenamiento interválico de alta intensidad es significativamente más efectivo que el entrenamiento moderado para mejorar el Vo₂ máx. (Helgerud et al., 2007)

Los valores de VO₂ máx. obtenidos se encuentran dentro del rango reportado para karatekas competitivos, el cual oscila entre 57,4 y 58,3 ml/kg/min (Hausen et al., 2021). Por su parte al comparar con deportistas de combate masculinos entre 15 y 20 años se observa que se inició en una clasificación baja (<54,8 ml/kg/min) y se pasó a la clasificación promedio (entre 54,81 a 61,07 ml/kg/min) de acuerdo

con las referencias disponibles (Padilla et al., 2025, Padilla-Alvarado et al., 2025). En ese orden de ideas se tiene que la investigación específica en karate ha desarrollado pruebas aeróbicas especializadas que replican los patrones de esfuerzo del combate real, validando la importancia de evaluaciones deportivas específicas para esta población (Tabben et al., 2014). El incremento observado de 1.9 mL/kg/min representa una mejora del 3.5%, lo cual puede traducirse en mejor tolerancia al esfuerzo, mayor capacidad de recuperación entre combates y sostenimiento del rendimiento competitivo durante las competencias.

Es relevante destacar que los beneficios observados no se atribuyen únicamente al tipo de prueba utilizada, sino también a la planificación personalizada del entrenamiento. Por otro lado, existen metaanálisis recientes que han confirmado que el entrenamiento individualizado basado en la intensidad específica del Vo_2 máx. produce mejoras superiores en comparación con enfoques estandarizados (Milanović et al., 2015). En muchos contextos de formación deportiva se continúa aplicando un enfoque homogéneo, sin atender las necesidades particulares de cada atleta. Este estudio demuestra que, aún con recursos mínimos, es posible mejorar el rendimiento aeróbico cuando se ajustan el volumen, intensidad y frecuencia del entrenamiento a las características individuales de los deportistas.

Además, la naturaleza intermitente de la prueba de Andersen resulta especialmente apropiada para deportes como el karate, donde los esfuerzos de alta intensidad se alternan con períodos breves de recuperación activa. Estudios recientes han validado nuevas ecuaciones de predicción para la prueba de Andersen en poblaciones jóvenes, confirmando su precisión para estimar el consumo pico de oxígeno en diferentes grupos etarios (Aandstad et al., 2006). Además, su protocolo progresivo permite que los deportistas se adapten gradualmente a los ritmos de esfuerzo, reduciendo el riesgo de fatiga prematura y favoreciendo la motivación, factor crítico para obtener datos confiables en pruebas máximas.

En comparación con otras pruebas de campo, la prueba de Andersen se destaca por su sencilla logística. Si bien no permite establecer zonas de intensidad específicas ni umbrales aeróbicos precisos como las pruebas incrementales en laboratorio, su capacidad para detectar mejoras en la resistencia cardiorrespiratoria la convierte en una opción útil para el seguimiento funcional durante procesos de entrenamiento prolongados. La evidencia científica respalda que las mejoras en VO2 máximo del 3-5% en atletas entrenados son clínicamente significativas y se correlacionan directamente con mejoras en el rendimiento deportivo específico (Laursen et al., s. f.).

Aunque el presente estudio se limitó a un solo participante, los resultados sugieren que este tipo de intervención podría ser replicada exitosamente en otros atletas del mismo deporte. La mejora observada es consistente con adaptaciones aeróbicas reportadas en la literatura, donde mejoras significativas en VO2 máximo pueden observarse en períodos de 6-12 semanas de entrenamiento estructurado e individualizado.

Es relevante discutir cómo estos factores pueden ser considerados en programas de entrenamiento de karate a nivel regional. Los resultados sugieren que incorporar protocolos de evaluación accesibles como la prueba de Andersen, combinados con planificación individualizada del entrenamiento aeróbico, puede tener efectos directos en el rendimiento competitivo. Así, los entrenadores y profesionales en ciencias del deporte podrían beneficiarse al adoptar un enfoque integral que incluya tanto el desarrollo técnico específico del karate como la optimización sistemática de las capacidades condicionales a través de métodos de entrenamiento individualizados y basados en evidencia. Futuras investigaciones deben ampliar la muestra y comparar diferentes protocolos de entrenamiento en función del perfil fisiológico específico de los karatekas, así como explorar la relación entre las mejoras en VO2 máximo y el rendimiento técnico-táctico en situaciones reales de combate.

Conclusión

La intervención individualizada basada en la prueba de Anderson generó una mejora del 3.5% en el VO2máx del karateka juvenil, lo que evidenció adaptaciones positivas en su capacidad aeróbica. Además, la planificación personalizada demostró ser efectiva para optimizar el rendimiento cardiorrespiratorio en contextos con recursos limitados. Pese a que el estudio se centró en un solo caso, los resultados indican que la individualización del entrenamiento podría ser una estrategia eficaz en el desarrollo deportistas jóvenes, igualmente, la descripción de la metodología aplicada permite su réplica en otros deportistas ya sea de manera individual o grupal.

Referencias Bibliográficas

- Aadland, E., Terum, T., Mamen, A., Andersen, L. B., & Kåre Resaland, G. (2014a). The Andersen aerobic fitness test: Reliability and validity in 10-year-old children. *PLoS ONE*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110492>
- Aadland, E., Terum, T., Mamen, A., Andersen, L. B., & Kåre Resaland, G. (2014b). The Andersen aerobic fitness test: Reliability and validity in 10-year-old children. *PLoS ONE*, 9(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0110492>
- Aandstad, A., Berntsen, S., Hageberg, R., Klasson-Heggebø, L., & Anderssen, S. A. (2006). A comparison of estimated maximal oxygen uptake in 9 and 10 year old schoolchildren in Tanzania and Norway. *British Journal of Sports Medicine*, 40(4). <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.020040>
- Andersen, L. B., Andersen, T. E., Andersen, E., & Anderssen, S. A. (2008). An intermittent running test to estimate maximal oxygen uptake: The Andersen test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 48(4).
- Bassett Jr., D. R., & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 70–84. <https://doi.org/10.1097/00005768-200001000-00012>
- Chaabène, H., Hachana, Y., Franchini, E., Mkaouer, B., & Chamari, K. (2012). Physical and physiological profile of elite karate athletes. In *Sports Medicine* (Vol. 42, Issue 10, pp. 829–843). <https://doi.org/10.2165/11633050-000000000-00000>
- Chaabene, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Capranica, L., Franchini, E., Prieske, O., Hbacha, H., & Granacher, U. (2018a). Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: A systematic review with practical recommendations. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 9, Issue APR). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00386>

- Chaabene, H., Negra, Y., Bouguezzi, R., Capranica, L., Franchini, E., Prieske, O., Hbacha, H., & Granacher, U. (2018b). Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: A systematic review with practical recommendations. In *Frontiers in Physiology* (Vol. 9, Issue APR). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00386>
- Cid-Calfucura, I., Herrera-Valenzuela, T., Franchini, E., Falco, C., Alvial-Moscoso, J., Pardo-Tamayo, C., Zapata-Huenullán, C., Ojeda-Aravena, A., & Valdés-Badilla, P. (2023). Effects of Strength Training on Physical Fitness of Olympic Combat Sports Athletes: A Systematic Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 20, Issue 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043516>
- Cofré-Bolados, C., Sánchez-Aguilera, P., Zafra-Santos, E., & Espinoza-Salinas, A. (2016). Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 48(3), 275–284. <https://doi.org/10.18273/revsal.v48n3-2016001>
- Fátima, S.-B., & Alejo, G.-N. V. (2017). Sobreentrenamiento y deporte desde una perspectiva psicológica: estado de la cuestión. *Revista de Psicología Aplicada al Deporte y El Ejercicio Físico*, 2(2), e12, 1–12. <https://doi.org/10.5093/rpadef2017a8>
- Foster, C., Boullosa, D., McGuigan, M., Fusco, A., Cortis, C., Arney, B. E., Orton, B., Dodge, C., Jaime, S., Radtke, K., Van Erp, T., De Koning, J. J., Bok, D., Rodriguez-Marroyo, J. A., & Porcari, J. P. (2021). 25 Years of Session Rating of Perceived Exertion: Historical Perspective and Development. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(5), 612–621. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2020-0599>
- Foster, C., Rodriguez-Marroyo, J. A., & De Koning, J. J. (2017). Monitoring Training Loads: The Past, the Present, and the Future. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(s2), S2-2. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2016-0388>
- Halsen, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. In *Sports Medicine* (Vol. 44, pp. 139–147). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- 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*, 20(2), 310–316. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.310>
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_{2\max}$ more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4). <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>

- Laursen, P., Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (n.d.). *The scientific basis for high-intensity interval training: Optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes*. *The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes*.
<https://www.researchgate.net/publication/11586046>
- Méndez, Ó. A. N., Reina-Monroy, J. L., Pedraza, G. A., Portilla-Melo, J. G., Aguilar-Romero, I. D., Núñez-Espinosa, C. A., & Rodríguez-Mora, J. L. (2021). Effects of high-intensity interval training at simulated Altitude. Systematic review. In *Revista de Investigacion e Innovacion en Ciencias de la Salud* (Vol. 3, Issue 1, pp. 98–115). Fundacion Universitaria Maria Cano.
<https://doi.org/10.46634/riics.50>
- Milanović, Z., Sporiš, G., & Weston, M. (2015). Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO2max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. In *Sports Medicine* (Vol. 45, Issue 10, pp. 1469–1481). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>
- Nunan, D. (2006). Combat Sports Special Issue DEVELOPMENT OF A SPORTS SPECIFIC AEROBIC CAPACITY TEST FOR KARATE-A PILOT STUDY. In *Journal of Sports Science and Medicine*. CSSI. <http://www.jssm.org>
- Ojeda-Aravena, A., Herrera-Valenzuela, T., & García-García, J. M. (2021). Relationship between Body Composition characteristics and Physical Performance in male karate athletes: An observational study. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 24(4), 366–373.
<https://doi.org/10.14306/RENHYD.24.4.1074>
- Padilla, J., Lozada-Medina, J. L., & Cortina, M. de J. (2025). Aerobic Power Profile in Young Athletes According to Age and Bio Banding. *Preprints*.
<https://doi.org/10.20944/PREPRINTS202505.0553.V1>
- Padilla-Alvarado, J. R., Lozada-Medina, J. L., & Cortina-Núñez, M. de J. (2025). Aerobic power profile in young athletes according to age and bio banding. *Retos*, 71, 1275-1287. <https://doi.org/10.47197/retos.v72.117430>
- Ruiz, J. R., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca García, M., Jiménez Pavón, D., Chillón, P., Girela Rejón, J. M., Mora, J., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöstrom, M., & Castillo, M. J. (2011). Batería alpha-fitness: Test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutricion Hospitalaria*, 26(6), 1210–1214. <https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.6.5270>
- Slimani, M., Chamari, K., Miarka, B., Del Vecchio, F. B., & Chéour, F. (2016). Effects of Plyometric Training on Physical Fitness in Team Sport Athletes: A Systematic Review. In *Journal of Human Kinetics* (Vol. 53, Issue 1, pp. 231–

- 247). Polish Academy of Science, Committee of Physical Culture.
<https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0026>
- Tabata, I. (2019). Tabata training: one of the most energetically effective high-intensity intermittent training methods. In *Journal of Physiological Sciences* (Vol. 69, Issue 4, pp. 559–572). Springer Tokyo.
<https://doi.org/10.1007/s12576-019-00676-7>
- Tabben, M., Coquart, J., Chaabène, H., Franchini, E., Chamari, K., & Tourny, C. (2014). Validity and reliability of a new karate-specific aerobic field test for karatekas. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(6), 953–958. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0465>
- Weineck, J., Rica, C., Dávila, L., Jesús, A., En Termorregulación, A., García Manso, J. M., Navarro, M., & Ruíz, J. A. (1996). Bases teóricas del entrenamiento deportivo. Principios y aplicaciones. In *Editorial Paidotribo* (Vol. 12).