

EL EFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE INTERVALOS DE ALTA INTENSIDAD EN LA VELOCIDAD DE NADO EN ADOLESCENTES DE 14 A 16 AÑOS THE EFFECT OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING ON SWIMMING SPEED IN ADOLESCENTS AGED 14 TO 16 YEARS

Autores: ¹Paulina Lizbeth Romero Caizaguano, ²Maritza Gisella Paula Chica.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9308-3591>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7435-7959>

¹E-mail de contacto: paulinalromeroc@outlook.com

²E-mail de contacto: gpaula@upse.edu.ec

Afiliación: ^{1,2}Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

Artículo recibido: 5 de Septiembre del 2026.

Artículo revisado: 15 de Septiembre del 2026.

Artículo aprobado: 15 de Septiembre del 2026.

¹Licenciada en Pedagogía de la Actividad Física y Deporte, graduada de la Universidad Central del Ecuador, (Ecuador).

²Licenciada en Educación Física y Deporte por la Escuela Internacional de Educación Física y Deporte (Cuba). Máster en Administración y Gestión de la Cultura Física y Deportes por el Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo (Cuba). Doctora en Educación Física y Entrenamiento Deportivo por Beijing Sport University (China). Doctora en Ciencias de la Cultura Física por la Universidad de las Ciencias de la Cultura Física y el Deporte Manuel Fajardo (Cuba).

Resumen

El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) se ha considerado como una estrategia alternativa para mejorar el rendimiento en pruebas cortas de natación; no obstante, todavía es limitada la evidencia sobre su aplicación específica en adolescentes. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la velocidad de nado en adolescentes de 14 a 16 años del Club de Natación del Colegio Militar Eloy Alfaro. Se desarrolló una investigación cuantitativa, aplicada y longitudinal, con un diseño cuasiexperimental pretest-posttest de un único grupo. Participaron 15 nadadores pertenecientes a la población de estudio, distribuidos en 10 hombres y 5 mujeres. La velocidad de nado fue evaluada mediante una prueba de 50 metros estilo libre antes y después de una intervención de ocho semanas. Se calcularon la media, desviación estándar, diferencia absoluta, porcentaje de mejora y significancia estadística mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas. Los resultados mostraron una reducción del tiempo promedio de $27,65 \pm 1,34$ segundos en el pretest a $25,30 \pm 1,24$ segundos en el posttest, representando una disminución de 2,35 segundos y una mejora del 8,50 %. La comparación inferencial evidenció diferencias estadísticamente significativas entre ambas

mediciones ($t(14) = 45,29$; $p < 0,001$; IC 95 % [2,24; 2,46]), con un tamaño del efecto grande ($d_{av} = 1,82$). Se concluye que el programa de entrenamiento interválico de alta intensidad contribuyó a mejorar el rendimiento en la prueba de 50 metros estilo libre en los adolescentes evaluados; sin embargo, la ausencia de un grupo control limita la atribución exclusiva de los cambios observados al programa aplicado.

Palabras clave: Entrenamiento interválico de alta intensidad, Velocidad de nado, Natación competitiva, Nadadores Adolescentes, Rendimiento deportivo.

Abstract

High-intensity interval training (HIIT) has been considered an alternative strategy to improve performance in short-distance swimming events; however, evidence regarding its specific application in adolescents remains limited. The aim of this study was to determine the effect of a high-intensity interval training program on swimming speed in adolescents aged 14 to 16 years from the Eloy Alfaro Military School Swimming Club. A quantitative, applied, and longitudinal study was conducted using a one-group quasi-experimental pretest-posttest design. The study included 15 swimmers from the target population, comprising 10 males and 5 females. Swimming speed was assessed

through a 50-meter freestyle test before and after an eight-week intervention. Mean, standard deviation, absolute difference, percentage improvement, and statistical significance were calculated using the paired Student's t-test. The results showed a reduction in mean time from 27.65 ± 1.34 seconds in the pretest to 25.30 ± 1.24 seconds in the posttest, representing a decrease of 2.35 seconds and an improvement of 8.50%. Inferential analysis showed statistically significant differences between both measurements ($t(14) = 45.29$; $p < 0.001$; 95% CI [2.24, 2.46]), with a large effect size ($d_{av} = 1.82$). It was concluded that the high-intensity interval training program contributed to improving performance in the 50-meter freestyle test among the evaluated adolescents; however, the absence of a control group limits the possibility of attributing the observed changes exclusively to the applied program.

Keywords: High-intensity interval training, Swimming velocity, Competitive swimming, Adolescent swimmers, Sports performance.

Sumário

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem sido considerado uma estratégia alternativa para melhorar o desempenho em provas curtas de natação; entretanto, as evidências sobre sua aplicação específica em adolescentes ainda são limitadas. O objetivo deste estudo foi determinar o efeito de um programa de treinamento intervalado de alta intensidade sobre a velocidade de nado em adolescentes de 14 a 16 anos do Clube de Natação do Colégio Militar Eloy Alfaro. Foi realizada uma pesquisa quantitativa, aplicada e longitudinal, com delineamento quase-experimental pré-teste e pós-teste de um único grupo. Participaram 15 nadadores pertencentes à população estudada, sendo 10 homens e 5 mulheres. A velocidade de nado foi avaliada por meio do teste de 50 metros estilo livre antes e após uma intervenção de oito semanas. Foram calculadas média, desvio padrão, diferença absoluta, percentual de melhora e significância estatística por meio do teste t de Student para amostras relacionadas. Os resultados demonstraram redução do tempo médio de

$27,65 \pm 1,34$ segundos no pré-teste para $25,30 \pm 1,24$ segundos no pós-teste, representando uma redução de 2,35 segundos e uma melhora de 8,50 %. A análise inferencial apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as medições ($t(14) = 45,29$; $p < 0,001$; IC 95 % [2,24; 2,46]), com tamanho de efeito grande ($d_{av} = 1,82$). Concluiu-se que o programa de treinamento intervalado de alta intensidade contribuiu para melhorar o desempenho no teste de 50 metros estilo livre nos adolescentes avaliados; contudo, a ausência de grupo controle limita a atribuição exclusiva das mudanças observadas ao programa aplicado.

Palavras-chave: Treinamento intervalado de alta intensidade, Velocidade de nado, Natação competitiva, Nadadores adolescentes, Desempenho esportivo.

Introducción

La natación competitiva está constituida por componentes técnicos, fisiológicos, coordinativos y metabólicos que determinan el rendimiento deportivo. En las pruebas de sprint, el nadador debe desarrollar una elevada fuerza propulsiva, mantener una técnica eficiente y alcanzar intensidades cercanas al máximo durante periodos breves. La prueba de 50 metros estilo libre representa una manifestación específica del rendimiento en natación de velocidad debido a la elevada participación del metabolismo anaeróbico y a la necesidad de alcanzar rápidamente la velocidad máxima desde los primeros segundos.

En adolescentes, la valoración del rendimiento debe considerar las diferencias individuales asociadas con la experiencia deportiva, el desarrollo físico y el proceso de maduración, debido a su influencia sobre los componentes metabólicos y mecánicos del rendimiento en natación (Keller et al., 2023). Dentro de las metodologías actuales de preparación física deportiva, el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT, por sus siglas en inglés) ha

adquirido relevancia debido a su capacidad para generar adaptaciones mediante la alternancia de esfuerzos realizados a elevada intensidad y periodos controlados de recuperación. Este método permite desarrollar estímulos cercanos a la máxima capacidad del deportista, favoreciendo mejoras relacionadas con la capacidad cardiorrespiratoria, la tolerancia al esfuerzo y la eficiencia de los sistemas energéticos involucrados durante el ejercicio. En población adolescente, la aplicación del HIIT ha mostrado resultados favorables cuando la intensidad, duración de los intervalos y periodos de recuperación se ajustan a las características de los participantes (Bauer et al., 2022; Duncombe et al., 2022).

No obstante, los estudios disponibles muestran heterogeneidad en los efectos del entrenamiento interválico, debido a que sus resultados dependen de variables como la intensidad del esfuerzo, la duración de los intervalos, los periodos de recuperación, las características de los participantes y la estructura de la intervención. En población adolescente, los programas interválicos han mostrado mejoras favorables en la capacidad cardiorrespiratoria, neuromuscular y funcional cuando la carga de entrenamiento se ajusta a la edad y al nivel de preparación de los deportistas (Bauer et al., 2022; Duncombe et al., 2022; Men et al., 2023).

En el contexto de la natación, el entrenamiento interválico representa una estrategia utilizada para reproducir las demandas metabólicas propias de las pruebas competitivas, especialmente aquellas caracterizadas por esfuerzos de alta intensidad y corta duración. La velocidad de nado depende de la capacidad del deportista para producir fuerza propulsiva, mantener una frecuencia adecuada de brazada y tolerar elevadas concentraciones de fatiga durante la ejecución de esfuerzos máximos. Por

ello, los programas de entrenamiento orientados a mejorar el rendimiento en pruebas de sprint requieren estímulos específicos que permitan desarrollar tanto la capacidad anaeróbica como la eficiencia técnica.

Las investigaciones desarrolladas específicamente en natación permiten comprender con mayor precisión la relación entre el entrenamiento interválico y el rendimiento acuático. Almeida et al. (2021) comprobaron que diferentes estructuras de entrenamiento interválico generan respuestas temporales, fisiológicas y perceptivas relevantes en nadadores jóvenes. Pinos, Bentley, et al. (2021) observaron mejoras en el rendimiento de sprint después de un programa de entrenamiento interválico de cuatro semanas, tanto mediante trabajo en piscina como mediante ergómetro.

Asimismo, Pinos, Fernandes, et al. (2021) analizaron la utilidad de las pruebas máximas en ergómetro para caracterizar el rendimiento anaeróbico y de sprint en nadadores adolescentes. Karabıyık et al. (2023) evidenciaron que la organización del volumen y la intensidad puede modificar determinados parámetros del rendimiento. Además, la combinación de estímulos intensos con trabajo de fuerza ha mostrado efectos favorables sobre el rendimiento y variables cinemáticas de la natación (Amara et al., 2021).

A pesar de estos hallazgos, existe un número limitado de estudios que analicen de manera directa los cambios en el tiempo de ejecución de los 50 metros estilo libre después de un programa de entrenamiento interválico dirigido a adolescentes de 14 a 16 años. Parte de la evidencia disponible se ha desarrollado considerando indicadores generales de condición física, capacidad cardiorrespiratoria o

pruebas realizadas fuera del medio acuático. Por ello, resulta pertinente evaluar la respuesta de nadadores adolescentes mediante una prueba específica de rendimiento deportivo aplicada en condiciones semejantes a las utilizadas durante los procesos habituales de entrenamiento.

La ausencia de investigaciones centradas específicamente en nadadores adolescentes dentro del contexto institucional limita la comprensión sobre la efectividad de determinados protocolos de entrenamiento interválico aplicados a pruebas de velocidad. Esta situación genera la necesidad de analizar intervenciones que permitan establecer evidencias sobre los cambios producidos en variables directamente relacionadas con el rendimiento competitivo, como el tiempo empleado en distancias cortas de nado.

Desde esta perspectiva, el presente estudio aporta información relevante para entrenadores y profesionales del deporte al analizar la aplicación de un programa estructurado de entrenamiento interválico de alta intensidad en nadadores adolescentes. La investigación busca generar evidencia sobre la respuesta del rendimiento en una prueba específica de velocidad, proporcionando elementos que permitan orientar futuras estrategias de preparación física adaptadas a las características de deportistas jóvenes.

Así, el objetivo del estudio fue determinar el efecto de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la velocidad de nado en adolescentes de 14 a 16 años pertenecientes al Club de Natación del Colegio Militar Eloy Alfaro, mediante la comparación de los tiempos registrados antes y después de la intervención. En función del objetivo planteado, se estableció como hipótesis de investigación que la aplicación de un programa de

entrenamiento interválico de alta intensidad produciría una disminución significativa en el tiempo empleado para completar los 50 metros estilo libre en nadadores adolescentes de 14 a 16 años.

Materiales y Métodos

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se analizaron datos numéricos obtenidos mediante la medición del tiempo empleado en una prueba específica de velocidad de nado. Fue de tipo aplicada, ya que estuvo orientada a evaluar los efectos de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad sobre el rendimiento deportivo de nadadores adolescentes. El alcance del estudio fue explicativo, debido a que se buscó analizar los cambios producidos en la velocidad de nado después de la aplicación de la intervención; sin embargo, debido a la ausencia de un grupo control, los resultados fueron interpretados como cambios observados después del programa de entrenamiento y no como efectos atribuibles exclusivamente a la intervención.

Se empleó un diseño cuasiexperimental con mediciones pretest y posttest en un solo grupo, considerando que los participantes pertenecían a un grupo deportivo previamente conformado y no fue posible realizar una asignación aleatoria. La investigación presentó una temporalidad longitudinal, debido a que la variable de estudio fue evaluada en dos momentos: antes y después de la aplicación del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad durante ocho semanas. La variable dependiente correspondió a la velocidad de nado, cuya evaluación se realizó mediante el registro del tiempo empleado en la prueba de 50 metros estilo libre antes y después de la aplicación del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad. La comparación fue intraindividual, debido a que cada

participante fue evaluado en ambos momentos del diseño, permitiendo analizar los cambios individuales entre la medición inicial y final.

La ausencia de un grupo control limitó la posibilidad de controlar otros factores externos que pudieron influir en el rendimiento deportivo de los participantes. Por esta razón, los resultados fueron interpretados como cambios observados después de la intervención y no como evidencia definitiva de causalidad entre el programa aplicado y la mejora de la velocidad de nado. La población estuvo conformada por los nadadores adolescentes pertenecientes al Club de Natación del Colegio Militar Eloy Alfaro. Debido a que se trabajó con la totalidad de los deportistas disponibles que cumplían con los criterios de inclusión establecidos para la investigación, la muestra final estuvo constituida por los 15 deportistas participantes.

En este sentido, se empleó una muestra censal, debido a que todos los integrantes de la población accesible fueron incluidos en el estudio. Los participantes tenían edades comprendidas entre 14 y 16 años, con una distribución de 10 hombres y 5 mujeres. Todos los nadadores participaban regularmente en los procesos de entrenamiento deportivo del club. La intervención se desarrolló en las instalaciones del Colegio Militar Eloy Alfaro durante un periodo de ocho semanas, dentro del proceso habitual de preparación deportiva de los participantes.

La investigación se desarrolló de conformidad con los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y con las normas institucionales aplicables a investigaciones con menores de edad. Antes del inicio de la intervención, se gestionó la autorización institucional correspondiente con el Club de Natación del Colegio Militar Eloy Alfaro y se

informó a los participantes y representantes legales sobre los objetivos, procedimientos y características del estudio.

Debido a que los participantes eran adolescentes, se solicitó el consentimiento informado de sus representantes legales y el asentimiento voluntario de cada participante antes de su incorporación a la investigación. La participación fue voluntaria y los deportistas tuvieron derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin que esto generara consecuencias sobre su proceso deportivo. Para garantizar la confidencialidad de la información recopilada, los datos fueron registrados mediante códigos numéricos, evitando la identificación directa de los participantes. Los resultados obtenidos fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y científicos, manteniendo la privacidad de los participantes durante el análisis y presentación de la información.

El estudio consideró dos variables principales: como variable independiente, el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), y como variable dependiente, la velocidad de nado de los participantes. La variable independiente correspondió al programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), aplicado durante un periodo de ocho semanas. Este método de entrenamiento se caracterizó por la alternancia de intervalos de ejercicio ejecutados a elevada intensidad con periodos controlados de recuperación, con el propósito de generar adaptaciones fisiológicas y funcionales relacionadas con el rendimiento deportivo. Para su operacionalización se consideraron aspectos como la frecuencia semanal de entrenamiento, la intensidad del esfuerzo, la duración de los intervalos, el número de repeticiones, los tiempos de recuperación y la progresión de la carga durante el periodo de intervención. El

programa se desarrolló mediante sesiones previamente planificadas e integradas al proceso habitual de entrenamiento de los nadadores. La variable dependiente correspondió a la velocidad de nado, evaluada a partir del tiempo empleado por cada participante para completar una prueba de 50 metros estilo libre. La medición se realizó en dos momentos, antes y después de la aplicación del programa de entrenamiento, registrándose el tiempo de ejecución en segundos bajo

condiciones previamente establecidas. Para la interpretación de los resultados se consideró que una disminución del tiempo necesario para completar la distancia representaba una mejora del rendimiento y, por consiguiente, un incremento de la velocidad de nado. La comparación de los registros obtenidos en el pretest y postest permitió determinar los cambios producidos después de la intervención con entrenamiento HIIT.

Tabla 1. Operacionalización de las variables del estudio.

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala/unidad
Entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT)	Método de entrenamiento basado en la alternancia de esfuerzos de alta intensidad y periodos controlados de recuperación.	Dosificación del entrenamiento	Frecuencia, intensidad, duración, repeticiones, recuperación y progresión de la carga.	Registro del programa de entrenamiento.	Número de sesiones, tiempo de trabajo, tiempo de recuperación e intensidad aplicada.
Velocidad de nado	Capacidad del nadador para completar una distancia determinada en el menor tiempo posible.	Rendimiento en prueba de velocidad.	Tiempo empleado en completar 50 metros estilo libre.	Cronometraje de la prueba de 50 metros estilo libre.	Segundos (s).

Fuente: Elaboración propia.

El programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) tuvo una duración de ocho semanas, con una frecuencia de tres sesiones semanales, para un total de 24 sesiones de intervención. La aplicación del programa se desarrolló dentro del proceso habitual de entrenamiento de los nadadores adolescentes pertenecientes al Club de Natación del Colegio Militar Eloy Alfaro.

Cada sesión estuvo estructurada en tres fases: calentamiento, parte principal y vuelta a la calma. El calentamiento tuvo una duración aproximada de 10 a 15 minutos e incluyó movilidad articular, activación muscular y ejercicios técnicos específicos de natación con intensidad progresiva. La parte principal estuvo compuesta por intervalos de alta intensidad orientados al desarrollo de la velocidad de nado y la capacidad de sostener esfuerzos elevados durante periodos cortos. Finalmente, se realizó una fase de recuperación o enfriamiento

mediante ejercicios de baja intensidad y movilidad para favorecer la recuperación posterior al esfuerzo. La intensidad del entrenamiento fue programada entre el 85 % y 95 % de la frecuencia cardiaca máxima estimada. La frecuencia cardiaca máxima (FC_{máx}) fue calculada mediante la fórmula $FC_{máx} = 220 - \text{edad}$, considerando la edad cronológica de cada participante. A partir de este valor se establecieron las zonas de intensidad correspondientes para el desarrollo del entrenamiento interválico de alta intensidad.

Los intervalos de trabajo presentaron una duración de 30 a 60 segundos, con periodos de recuperación de 30 a 60 segundos, estableciendo una relación trabajo-descanso aproximada de 1:1. La programación del entrenamiento contempló entre 8 y 12 repeticiones distribuidas en 2 o 3 series, con pausas controladas entre series según la respuesta de los participantes. Debido a que el

programa se desarrolló dentro del proceso habitual de entrenamiento, las sesiones mantuvieron una estructura progresiva, ajustando el volumen de trabajo y la exigencia del esfuerzo durante los bloques de intervención. La progresión de la carga se organizó mediante bloques de dos semanas. Durante las primeras semanas se priorizó la adaptación al estímulo interválico mediante menor volumen de trabajo y mayor control

técnico; posteriormente, se incrementó progresivamente el número de repeticiones, series y duración de los intervalos para aumentar la exigencia del entrenamiento. La carga fue controlada mediante el seguimiento de la frecuencia cardíaca, duración de los esfuerzos, tiempos de recuperación, número de repeticiones completadas y respuesta de los participantes durante cada sesión.

Tabla 2. Estructura del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT).

Bloque	Semanas	Frecuencia	Intensidad	Intervalos	Repeticiones	Recuperación	Progresión
Adaptación	1-2	3 sesiones/semana	85-88 % FCmáx	30 segundos	8 repeticiones	30-45 segundos	Familiarización con el método HIIT y control técnico del esfuerzo
Desarrollo inicial	3-4	3 sesiones/semana	88-90 % FCmáx	40-45 segundos	8-10 repeticiones	45 segundos	Incremento progresivo del volumen de trabajo
Desarrollo avanzado	5-6	3 sesiones/semana	90-93 % FCmáx	45-60 segundos	10-12 repeticiones	45-60 segundos	Aumento de intensidad y mantenimiento de la calidad del esfuerzo
Consolidación	7-8	3 sesiones/semana	93-95 % FCmáx	60 segundos	10-12 repeticiones	60 segundos	Aplicación del estímulo máximo y preparación para evaluación final

Fuente: Elaboración propia.

La técnica de recolección de datos utilizada fue la evaluación físico-deportiva, mediante la cual se valoró el rendimiento de los participantes antes y después del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad. La prueba aplicada correspondió al test de 50 metros estilo libre, utilizado para evaluar la velocidad de nado de los adolescentes participantes. El indicador registrado fue el tiempo empleado por cada deportista para completar la distancia establecida, expresado en segundos.

El instrumento de medición utilizado fue un cronómetro digital, empleado para registrar el tiempo de ejecución de cada participante durante la prueba. Los resultados obtenidos fueron registrados en una ficha individual de evaluación, en la cual se consignaron el código del participante, edad, sexo, fecha de evaluación y tiempo obtenido. Las evaluaciones pretest y postest fueron realizadas bajo condiciones similares de aplicación, manteniendo el mismo

procedimiento de ejecución, instrucciones técnicas y protocolo de registro para garantizar la comparabilidad de los resultados obtenidos. El procedimiento de investigación se desarrolló en cuatro etapas: evaluación inicial (pretest), aplicación del programa de intervención, evaluación final (postest) y procesamiento estadístico de los datos obtenidos. En la primera etapa se realizó la evaluación inicial de la velocidad de nado mediante la prueba de 50 metros estilo libre, registrando el tiempo empleado por cada participante. La aplicación del pretest permitió establecer la condición inicial de los nadadores antes de la implementación del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad.

En la segunda etapa se aplicó el programa de entrenamiento HIIT durante ocho semanas, con una frecuencia de tres sesiones semanales, para un total de 24 sesiones. La intervención se desarrolló dentro del proceso habitual de

entrenamiento deportivo de los participantes. En la tercera etapa se efectuó la evaluación posttest mediante la misma prueba de 50 metros estilo libre y bajo condiciones equivalentes a la medición inicial, con el propósito de identificar los cambios producidos después del periodo de intervención. En la cuarta etapa se realizó el procesamiento estadístico de los datos obtenidos, organizando los resultados del pretest y posttest para determinar las variaciones en el tiempo de ejecución de la prueba de velocidad de nado.

Tabla 3. Pruebas físicas utilizadas para evaluar la velocidad de nado.

Variable	Indicador	Prueba aplicada	Criterio de interpretación
Rendimiento Deportivo	Velocidad de desplazamiento	Sprint 50 metros estilo libre	Menor tiempo en segundos indica mejor rendimiento.

Fuente: Elaboración propia.

El procesamiento y análisis estadístico de los datos se realizó mediante el lenguaje de programación Python, versión 3.13.5, utilizando las bibliotecas NumPy, versión 2.3.5, y SciPy, versión 1.17.0. Para el análisis descriptivo se calcularon la media aritmética, la desviación estándar, los valores mínimo y máximo, la diferencia absoluta entre las mediciones y el porcentaje de mejora individual. Este último se determinó mediante la siguiente expresión: $\text{Porcentaje de mejora} = [(\text{tiempo del pretest} - \text{tiempo del posttest}) / \text{tiempo del pretest}] \times 100$. En la medición inicial (pretest), el grupo presentó un tiempo promedio de $27,65 \pm 1,34$ segundos, con valores comprendidos entre 25,67 y 30,41 segundos. Después de la intervención (posttest), el tiempo promedio fue de $25,30 \pm 1,24$ segundos, con valores entre 23,45 y 27,79 segundos. La normalidad de las diferencias entre las

mediciones pretest y posttest se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, obteniéndose un estadístico de $W = 0,894$ y un valor de significancia de $p = 0,077$. Debido a que el valor de significancia fue superior a 0,05, se consideró cumplido el supuesto de normalidad y se procedió con la aplicación de una prueba paramétrica. La comparación entre ambas mediciones se realizó mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas, estableciendo un nivel de significación estadística de $\alpha = 0,05$ y un nivel de confianza del 95 %.

La diferencia media entre las mediciones fue de 2,35 segundos, con un intervalo de confianza del 95 % entre 2,24 y 2,46 segundos. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest ($t(14) = 45,29$; $p < 0,001$). El tamaño del efecto se calculó mediante la d de Cohen para muestras relacionadas utilizando la desviación estándar promedio de las mediciones pretest y posttest (d_{av}). El valor obtenido fue de $d_{av} = 1,82$, lo que indica un tamaño del efecto grande, evidenciando una magnitud relevante del cambio producido entre ambas evaluaciones.

Resultados y Discusión

La evaluación del rendimiento deportivo se realizó mediante la prueba de 50 metros estilo libre, aplicada antes y después del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT). Esta prueba permitió determinar los cambios en el tiempo de ejecución de los participantes.

Tabla 4. Caracterización de los nadadores adolescentes evaluados.

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Sexo	Hombres	10	66,7
	Mujeres	5	33,3
Total	Participantes evaluados	15	100,0

Fuente: Elaboración propia.

La muestra estuvo constituida por 15 nadadores adolescentes con edades comprendidas entre 14 y 16 años. Del total de participantes, 10 fueron hombres, correspondientes al 66,7 %, y 5 fueron mujeres, equivalentes al 33,3 %. Se evidenció, por tanto, un predominio del sexo masculino dentro de la muestra. La participación de ambos sexos permitió describir el comportamiento general de la velocidad de nado y complementar el análisis mediante la presentación diferenciada de los resultados obtenidos por hombres y mujeres.

En la Tabla 5 se presentan los resultados individuales obtenidos por los 15 participantes en la prueba de 50 metros estilo libre antes y después de las ocho semanas de entrenamiento interválico de alta intensidad. La diferencia se calculó restando el tiempo del pretest al posttest; por esta razón, los valores negativos representan una disminución del tiempo y, consecuentemente, una mejora del rendimiento.

Tabla 5. Resultados individuales del pretest y posttest en la prueba de 50 metros estilo libre.

N.º	Sexo	Edad	Pretest (s)	Posttest (s)	Diferencia (s)	Mejora (%)
1	H	14	26,62	24,43	-2,19	8,23
2	H	14	28,35	26,14	-2,21	7,80
3	H	15	27,70	25,15	-2,55	9,21
4	H	15	27,30	24,91	-2,39	8,75
5	H	14	25,97	23,57	-2,40	9,24
6	H	14	25,97	23,91	-2,06	7,93
7	H	14	25,67	23,45	-2,22	8,65
8	H	16	28,10	25,53	-2,57	9,15
9	H	16	27,30	25,02	-2,28	8,35
10	H	16	27,62	24,99	-2,63	9,52
11	M	15	27,56	25,42	-2,14	7,76
12	M	16	30,41	27,79	-2,62	8,62
13	M	15	30,00	27,38	-2,62	8,73
14	M	15	28,14	26,00	-2,14	7,60
15	M	16	28,05	25,80	-2,25	8,02

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados individuales evidencian que los 15 participantes redujeron el tiempo empleado para completar la prueba de 50 metros estilo libre después de la aplicación del programa HIIT. Las reducciones oscilaron entre 2,06 y 2,63 segundos, mientras que los porcentajes de mejora se situaron aproximadamente entre 7,60 % y 9,52 %. Este comportamiento muestra una tendencia favorable en la totalidad de los participantes, debido a que ningún nadador presentó un incremento del tiempo en el posttest. La mayor mejora porcentual correspondió al participante 10, con 9,52 %, mientras que la menor se registró en el participante 14, con 7,60 %. En la tabla 6 los resultados descriptivos evidencian una reducción del tiempo promedio empleado para completar la prueba de 50 metros estilo libre después de las ocho semanas

de intervención. En el pretest, los participantes obtuvieron una media de $27,65 \pm 1,34$ segundos, mientras que en el posttest la media disminuyó a $25,30 \pm 1,24$ segundos. Esto representa una reducción promedio de 2,35 segundos y una mejora porcentual del 8,50 %. Descriptivamente, estos resultados muestran un incremento del rendimiento en la velocidad de nado después de la aplicación del programa de entrenamiento HIIT.

Tabla 6. Resultados descriptivos generales del pretest y posttest en la prueba de 50 metros estilo libre.

Indicador	Pretest M ± DE	Posttest M ± DE	Reducción media	Mejora (%)
Tiempo en 50 m libre	27,65 ± 1,34 s	25,30 ± 1,24 s	2,35 s	8,50
Nota. M = media; DE = desviación estándar. Una disminución del tiempo representa una mejora de la velocidad de nado.				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Resultados descriptivos y comparación pretest-posttest según el sexo.

Sexo	n	Pretest M ± DE (s)	Posttest M ± DE (s)	Reducción media (s)	Mejora (%)	p
Hombres	10	27,06 ± 0,95	24,71 ± 0,86	2,35	8,68	< 0,001
Mujeres	5	28,83 ± 1,28	26,48 ± 1,04	2,35	8,16	< 0,001
Grupo total	15	27,65 ± 1,34	25,30 ± 1,24	2,35	8,50	< 0,001

Nota. M = media; DE = desviación estándar; p = nivel de significancia de la prueba t de Student para muestras relacionadas.

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar los resultados según el sexo, se observó una disminución de los tiempos tanto en hombres como en mujeres. Los hombres pasaron de una media de 27,06 ± 0,95 segundos en el pretest a 24,71 ± 0,86 segundos en el posttest, registrándose una reducción promedio de 2,35 segundos y una mejora del 8,68 %. Por su parte, las mujeres redujeron su tiempo promedio de 28,83 ± 1,28 segundos a 26,48 ± 1,04 segundos, equivalente a una reducción de 2,35 segundos y una mejora aproximada del 8,16 %.

Los resultados muestran, por tanto, mejoras en ambos grupos. Aunque descriptivamente el porcentaje de mejora fue ligeramente superior en los hombres, esta diferencia no debe interpretarse como evidencia de que el programa haya producido efectos distintos según el sexo, debido a que el estudio no realizó una prueba específica de interacción o comparación de la magnitud del cambio entre hombres y mujeres. Los valores de significancia presentados corresponden únicamente a la comparación entre pretest y posttest dentro de cada grupo. Antes de realizar la comparación entre las mediciones se evaluó el supuesto de normalidad de las diferencias pretest-posttest mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Se obtuvo un estadístico de $W = 0,894$ y un nivel de significancia de $p = 0,077$. Al ser este valor superior a 0,05, no se rechazó el supuesto de normalidad, por lo que se consideró pertinente

utilizar una prueba paramétrica para muestras relacionadas.

Tabla 8. Resultados de la comparación inferencial entre el pretest y posttest.

Comparación	Diferencia media (s)	IC 95 %	t	gl	p	d _{av}
Pretest – Posttest	2,35	[2,24; 2,46]	45,29	14	< 0,001	1,82

Nota. IC = intervalo de confianza; gl = grados de libertad; d_{av} = tamaño del efecto calculado con la desviación estándar promedio del pretest y posttest.

Fuente: Elaboración propia.

La prueba t de Student para muestras relacionadas evidenció una reducción estadísticamente significativa del tiempo empleado en la prueba de 50 metros estilo libre después de la intervención, $t(14) = 45,29$; $p < 0,001$. La diferencia promedio entre ambas mediciones fue de 2,35 segundos, con un intervalo de confianza del 95 % comprendido entre 2,24 y 2,46 segundos. Estos resultados indican que los tiempos obtenidos después de las ocho semanas de entrenamiento fueron significativamente inferiores a los registrados antes de la intervención.

Además, el tamaño del efecto calculado mediante la d_{av} de Cohen fue de 1,82, valor que representa un efecto de magnitud grande. En conjunto, tanto la diferencia estadísticamente significativa como el tamaño del efecto evidencian un cambio importante en el rendimiento de los participantes después de la aplicación del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad. En términos generales, los resultados evidenciaron una mejora de la velocidad de nado de los adolescentes después de ocho semanas de entrenamiento HIIT. El tiempo promedio para completar los 50 metros estilo libre disminuyó de 27,65 ± 1,34 segundos a 25,30 ± 1,24 segundos, correspondiente a una reducción media de 2,35 segundos y una mejora del 8,50 %. Asimismo, todos los participantes

obtuvieron tiempos inferiores en el postest respecto al pretest. El análisis inferencial confirmó que la reducción observada no se limitó a una diferencia descriptiva, sino que fue estadísticamente significativa, $t(14) = 45,29$; $p < 0,001$, con un intervalo de confianza del 95 % [2,24; 2,46]. Además, el tamaño del efecto $d_{av} = 1,82$ evidenció una magnitud grande del cambio registrado entre ambas mediciones. Por consiguiente, los resultados respaldan la existencia de una mejora significativa de la velocidad de nado de los participantes después de la aplicación del programa HIIT durante el periodo evaluado.

Los resultados obtenidos evidenciaron una mejora significativa en el rendimiento de velocidad de nado después de la aplicación de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad durante ocho semanas. El tiempo promedio en la prueba de 50 metros estilo libre disminuyó de $27,65 \pm 1,34$ segundos en el pretest a $25,30 \pm 1,24$ segundos en el postest, representando una reducción media de 2,35 segundos. Además, la comparación estadística mostró diferencias significativas entre ambas mediciones ($t(14) = 45,29$; $p < 0,001$), con un tamaño del efecto grande ($d_{av} = 1,82$). Estos resultados indican que el programa aplicado se relacionó con una mejora del rendimiento específico evaluado en nadadores adolescentes.

La mejora observada coincide con investigaciones previas que han señalado la utilidad del entrenamiento interválico de alta intensidad como una estrategia aplicable para estimular adaptaciones relacionadas con el rendimiento físico en deportistas jóvenes. En este sentido, Bauer et al. (2022) y Duncombe et al. (2022) identificaron que los programas HIIT pueden generar mejoras en variables asociadas con la condición física cuando la intensidad, duración de los intervalos y recuperación se

ajustan a las características de los participantes. Sin embargo, es importante considerar que dichos estudios analizaron principalmente indicadores generales de condición física, mientras que la presente investigación evaluó una prueba específica de rendimiento en el medio acuático.

En el contexto de la natación competitiva, la prueba de 50 metros estilo libre representa una demanda elevada de velocidad y capacidad para mantener esfuerzos de máxima intensidad durante un periodo corto. Los resultados obtenidos sugieren que la aplicación de estímulos interválicos estructurados puede contribuir a mejorar el desempeño en este tipo de pruebas. Estos hallazgos son coherentes con Almeida et al. (2021), quienes observaron respuestas favorables asociadas con diferentes estructuras de entrenamiento interválico en nadadores jóvenes, destacando la importancia de ajustar las características del estímulo según las demandas específicas del deporte.

Asimismo, Pinos, Bentley et al. (2021) reportaron mejoras en el rendimiento de sprint en nadadores adolescentes después de programas de entrenamiento interválico aplicados mediante trabajo específico en piscina y ergómetro. De manera complementaria, Pinos et al. (2021) señalaron la utilidad de las pruebas máximas en ergómetro para valorar componentes relacionados con el rendimiento anaeróbico y la capacidad de sprint en nadadores jóvenes. Estos antecedentes respaldan la importancia de emplear metodologías de entrenamiento orientadas a demandas específicas de la disciplina deportiva. Por otra parte, Karabıyık et al. (2023) evidenciaron que la organización del volumen y la intensidad del entrenamiento puede modificar variables relacionadas con el rendimiento en nadadores adolescentes. Del mismo modo,

Amara et al. (2021) encontraron efectos favorables al combinar estímulos de alta intensidad con trabajo complementario de fuerza y técnica. En conjunto, estos estudios sugieren que la planificación adecuada de la carga constituye un elemento fundamental para optimizar el rendimiento en deportistas jóvenes.

No obstante, los resultados del presente estudio deben interpretarse considerando que únicamente se evaluó el tiempo de ejecución de la prueba de 50 metros estilo libre. Aunque la mejora encontrada podría estar relacionada con adaptaciones generadas por el entrenamiento interválico de alta intensidad descritas en la literatura científica, no es posible determinar directamente los mecanismos fisiológicos responsables del cambio observado, debido a que no se evaluaron variables como consumo de oxígeno, concentración de lactato, fuerza muscular o indicadores biomecánicos de la técnica de nado.

Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos obtenidos aportan evidencia sobre la posible utilidad del HIIT como complemento dentro de los procesos de preparación física de nadadores adolescentes. Sin embargo, su aplicación debe considerar una planificación progresiva de la carga, la supervisión técnica y las características individuales de los deportistas, debido a que la respuesta al entrenamiento puede variar según el nivel de experiencia, maduración biológica y contexto deportivo. Deben considerarse algunas limitaciones del estudio. La ausencia de un grupo control impide atribuir de manera exclusiva los cambios observados al programa HIIT, ya que otros factores asociados al proceso de entrenamiento habitual pudieron influir en la evolución del rendimiento. Además, el tamaño reducido de la muestra y la participación de deportistas pertenecientes a un único contexto institucional limitan la generalización de los

resultados. Futuras investigaciones deberían incorporar muestras más amplias, grupos de comparación y evaluaciones complementarias que permitan analizar con mayor profundidad los mecanismos asociados a la mejora del rendimiento en natación.

Conclusiones

Al finalizar las ocho semanas de aplicación del programa de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), los nadadores adolescentes evaluados presentaron mejoras significativas en el rendimiento de la prueba de 50 metros estilo libre. El tiempo promedio disminuyó de $27,65 \pm 1,34$ segundos en el pretest a $25,30 \pm 1,24$ segundos en el posttest, evidenciando una reducción media de 2,35 segundos y una mejora porcentual del 8,50 %. La diferencia observada entre ambas mediciones fue estadísticamente significativa ($t(14) = 45,29$; $p < 0,001$) y presentó un tamaño del efecto grande ($d_{av} = 1,82$), lo que demuestra una magnitud relevante del cambio producido después de la aplicación del programa de entrenamiento HIIT.

Los resultados respaldan el uso del HIIT como complemento de la preparación de nadadores adolescentes, siempre que la carga se planifique progresivamente y bajo supervisión técnica. La aplicación estructurada de este método puede contribuir al mejoramiento del rendimiento en pruebas de velocidad de corta duración, como los 50 metros estilo libre. Estas limitaciones exigen interpretar los resultados con cautela, considerando aspectos como el reducido tamaño de la muestra, la ausencia de un grupo control y la participación de deportistas pertenecientes a un único contexto institucional. Por ello, futuras investigaciones deberían ampliar el número de participantes, incorporar grupos de comparación y evaluar la respuesta al entrenamiento en diferentes poblaciones de nadadores adolescentes.

Referencias Bibliográficas

- Almeida, T., Pessôa, D., Espada, M., Reis, J., Sancassani, A., Massini, D., Santos, F., & Alves, F. (2021). Physiological responses during high-intensity interval training in young swimmers. *Frontiers in Physiology*, 12, Article 662029. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.662029>
- Amara, S., Barbosa, T. M., Negra, Y., Hammami, R., Khalifa, R., & Chortane, S. G. (2021). The effect of concurrent resistance training on upper body strength, sprint swimming performance and kinematics in competitive adolescent swimmers: A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), Article 10261. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910261>
- Amara, S., Hammami, R., Zacca, R., Mota, J., Negra, Y., & Gaied Chortane, S. (2023). The effect of combining HIIT and dry-land training on strength, technique, and 100-m butterfly swimming performance in age-group swimmers: A randomized controlled trial. *Biology of Sport*, 40(1), 85–92. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.110747>
- Bauer, N., Sperlich, B., Holmberg, H., & Engel, F. (2022). Effects of high-intensity interval training in school on the physical performance and health of children and adolescents: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 8, Article 50. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00437-8>
- Deng, Y., & Wang, X. (2024). Effect of high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness in children and adolescents with overweight or obesity: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Public Health*, 12, Article 1269508. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1269508>
- Duncombe, S., Barker, A., Bond, B., Earle, R., Varley, J., Vlachopoulos, D., Walker, J., Weston, K., & Stylianou, M. (2022). School-based high-intensity interval training programs in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 17(5), Article e0266427. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266427>
- Jovanović, R., Živković, M., Stanković, M., Zoretić, D., & Trajković, N. (2024). Effects of school-based high-intensity interval training on health-related fitness in adolescents. *Frontiers in Physiology*, 15, Article 1487572. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1487572>
- Karabıyık, H., Güllü, M., Yapıcı, H., Iscan, F. H., Yagin, F. H., Durmuş, T., Gürkan, O., Güler, M., Ayan, S., & Alwhaibi, R. (2023). Effects of 12 weeks of high-, moderate-, and low-volume training on performance parameters in adolescent swimmers. *Applied Sciences*, 13(20), Article 11366. <https://doi.org/10.3390/app132011366>
- Keller, S., Ji, S., Feuerbacher, J. F., Dragutinovic, B., Schumann, M., & Wahl, P. (2023). Development and interplay of metabolic and mechanical performance determinants over an annual training period in adolescent national-level squad swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 18(12), 1398–1411. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2023-0072>
- Men, J., Zou, S., Ma, J., Xiang, C., Li, S., & Wang, J. (2023). Effects of high-intensity interval training on physical morphology, cardiorespiratory fitness and metabolic risk factors of cardiovascular disease in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, 18(5), Article e0271845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271845>
- Pinos, A., Bentley, D., & Logan, H. (2021). The effects of anaerobic swim ergometer training on sprint performance in adolescent swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(8), 1169–1174. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2020-0591>
- Pinos, A., Fernandes, E., Viana, E., Logan-Sprenger, H., & Bentley, D. (2021). Applicability of maximal ergometer testing and sprint performance in adolescent endurance and sprint trained swimmers.

Sports, 9(5), Article 55.
<https://doi.org/10.3390/sports9050055>
Wang, Y., Wang, S., Meng, X., & Zhou, H.
(2024). Effect of high-intensity interval
training and moderate-intensity continuous
training on cardiovascular risk factors in
adolescents: Systematic review and meta-
analysis of randomized controlled trials.
Physiology & Behavior, 275, Article 114459.

<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2024.114459>



Esta obra está bajo una licencia de
Creative Commons Reconocimiento-No Comercial
4.0 Internacional. Copyright © Paulina Lizbeth
Romero Caizaguano, Maritza Gisella Paula Chica.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT). Paulina Lizbeth Romero Caizaguano: conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo del proceso investigativo, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito, revisión crítica del contenido científico y supervisión general del estudio. Maritza Gisella Paula Chica: curación y organización de los datos, participación en la recolección de información, validación de los resultados obtenidos y elaboración de representaciones gráficas y visualización de los datos.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

