

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas

Analysis of the sports performance of young swimmers after a 12-week high-volume training program

Natasja Nahar¹; José Antonio González-Jurado¹; Sandro Fernandes da Silva²; Antonio Jesús Sanchez-Oliver^{3*}

¹ Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Pablo de Olavide, 41013 Sevilla, España.

² Grupo de Estudos e Pesquisa em Respostas Neuromusculares, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.

³ Departamento de Motricidad Humana y Rendimiento Deportivo, Universidad de Sevilla, 41013 Sevilla, España.

*Correspondencia: sanchezoliver@us.es

Cronograma editorial: *Artículo recibido* 25/12/2024 *Aceptado:* 27/02/2025 *Publicado:* 01/04/2025

<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Para citar este artículo utilice la siguiente referencia:

Nahar, N.; González-Jurado, J.A.; Fernandes da Silva, S.; Sanchez-Oliver, A.J. (2025). Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. *Sportis Sci J*, 11 (2), 1-25
<https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Contribución autores: conceptualización, metodología y análisis formal, N.N. y J.A.G-J.; investigación, N.N., A.J.S-O. y J.A.G-J.; curación de datos, J.A.G-J y A.J.S-O.; preparación del borrador original, N.N., J.A.G-J., S.F.S y A.J.S-O.; redacción—revisión, edición y visualización, J.A.G-J., S.F.S y A.J.S-O.; Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión final del manuscrito.

Financiación: No se recibió ningún tipo de financiación para este estudio. Este estudio forma parte de la tesis doctoral de la primera autora, Natasja Nahar. Este artículo forma parte de un convenio de colaboración entre la Universidade Federal de Lavras, Brasil y la Universidad de Sevilla, España.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés

Aspectos éticos: Todos los tutores legales, al ser menores de edad, recibieron una descripción detallada del estudio y firmaron el consentimiento informado. Este estudio cumplió con la declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité ético de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla (código 23/4-3).

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Resumen:

Las prácticas tradicionales de entrenamiento en natación suelen implicar volúmenes de trabajo elevados. El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de un programa de entrenamiento de 12 semanas de alto volumen y baja intensidad en el rendimiento deportivo de jóvenes nadadores que participan en competiciones oficiales, comparando los resultados obtenidos según las diferentes categorías de edad y por sexo. Un total de 144 nadadores menores de edad (68 hombres y 76 mujeres) participaron en este estudio. Se comenzó con un volumen inicial de 3.750-7.500 metros semanales según la categoría, aumentando un 5% por mesociclo. La intensidad se controló mediante el tiempo inicial para el estilo libre (65-75%) y la frecuencia cardíaca máxima en el resto de estilos (60-70%). Se registraron mejoras significativas en los tiempos de todas las categorías a lo largo de la intervención. Todas las categorías mejoraron las marcas pre-post (tanto considerando toda la muestra, como análisis diferenciado por sexo), sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en las mejoras entre categorías. En conclusión, un entrenamiento de alto volumen de 12 ha demostrado tener efectos positivos en el rendimiento de los niños y adolescentes que compiten en natación, siendo más notables en las edades más tempranas. Aunque se registraron mejoras en ambos sexos al dividirlos por categorías, estas fueron más pronunciadas en las mujeres.

Palabras clave: niñez; adolescencia; deporte; natación.

Abstract:

Traditional swimming training practices often involve high training volumes. This study aims to analyze the impact of a 12-week high-volume, low-intensity training program on the athletic performance of young swimmers competing in official events, comparing the results across different age categories and by sex. A total of 144 underage swimmers (68 males and 76 females) participated in this study. The initial training volume ranged from 3,750 to 7,500 meters per week, depending on the category, with a 5% increase per mesocycle. Training intensity was monitored using the initial recorded time for the freestyle (65-75%) and maximum heart rate (HRmax) for the other strokes (60-70%). Significant improvements in performance times were observed across all categories throughout the intervention. All categories showed pre-post performance improvements (both in the total sample and in separate analyses by sex); however, no significant differences were found in improvements between categories. In conclusion, a 12-week high-volume training program has shown positive effects on the performance of children and adolescents competing in swimming, with more pronounced benefits at younger ages. While improvements were observed in both sexes when analyzed by category, they were more significant in female swimmers.

Keywords: childhood; adolescence; sport; swimming

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Introducción

Según la encuesta de hábitos deportivos en España (2022) la natación se posiciona como una de las disciplinas más practicadas, representando el 27% de las personas que realizan deporte de forma habitual (Ministerio de Cultura y Deporte, 2022). El objetivo principal de la natación de competición es completar una determinada distancia en el menor tiempo posible (Willems et al., 2014). En las pruebas de piscina la distancia puede ir desde los 25 a los 1500 metros en función de la edad, la categoría o el estilo en el que se compita (crol, braza, espalda o mariposa) (Morouço et al., 2015). Los eventos de natación tienen una duración que puede oscilar entre unos 20 segundos y aproximadamente 16 minutos, y los esfuerzos necesarios involucran diferentes sistemas energéticos dependiendo de las características de cada prueba (Domínguez et al., 2017; Moreno et al., 2022).

El medio acuático en el que se realiza la natación plantea retos únicos para los nadadores, ya que deben minimizar las fuerzas de arrastre y maximizar las fuerzas de propulsión, lo que se vuelve crucial para determinar las demandas fisiológicas y energéticas más allá de la duración misma de la prueba (Pyne y Sharp, 2014). Sin embargo, las demandas específicas del entrenamiento dependen del tipo de evento, según sea corta distancia, media distancia o larga distancia. Por ejemplo, la contribución a través de la fosforilación oxidativa es del 81% en una prueba de crol de 400 m, mientras que en pruebas más cortas como los 50 m y 100 m de crol, la contribución de esta misma vía es solo del 15,3% (Domínguez et al., 2017).

La natación es un deporte que generalmente se estructura en tres macrociclos, cada uno culminando en una competición importante de la temporada, mientras que el periodo de transición suele tener lugar en el mes de agosto (Ferreira et al., 2021; Issurin, 2010). Las prácticas tradicionales de entrenamiento en natación implican volúmenes elevados de trabajo, con distancias totales o duraciones del entrenamiento que superan a otros deportes cíclicos como la carrera, el remo o el ciclismo (Pugliese et al., 2015; Tønnessen et al., 2024). Esto es especialmente evidente en nadadores jóvenes, donde los volúmenes de entrenamiento pueden oscilar entre 11 y 20 horas semanales, distribuidas en 6 a 11 sesiones (Nugent et al., 2017).

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

En la actualidad es habitual que los entrenamientos de nadadores sigan teniendo un alto volumen. Este tipo de entrenamientos se caracterizan por grandes volúmenes acumulados a baja intensidad (HVT) con el objetivo final de mejorar el rendimiento (Nugent et al., 2017; Tate et al., 2012). En relación con esto, González-Ravé et al., (2022) registraron la planificación del entrenamiento de un nadador a través de un estudio de caso. El entrenamiento acumuló un volumen de metros a la semana que oscilaba entre los 25-90 km, realizados en distintas sesiones los 7 días de la semana (González-Ravé et al., 2022).

Los nadadores que mejoran su rendimiento a través de un entrenamiento HVT, no solo mejoran por nadar altos volúmenes, sino también porque dedican un tiempo del entrenamiento a mejorar la técnica, y esto se consigue a través de ejercicios, comúnmente conocido como *drills*. En este sentido los nadadores jóvenes deben lograr una buena técnica, y para ello, se recurre a entrenamientos de mucho volumen para ejecutar muchas repeticiones a baja velocidad, con la finalidad de construir así patrones correctos de ejecución, logrando una buena base técnica de natación (Pugliese et al., 2015). En la literatura científica este entrenamiento tradicional (HVT) ha sido cuestionado en cuanto a su efectividad, debido a que la gran mayoría de las pruebas que se suelen realizar en las competiciones de natación suelen durar poco tiempo al ser distancias cortas o medias (Aspenes y Karlsen, 2012; Costa et al., 2012; Lang y Light, 2010).

Por otra parte, otros autores apuestan más por entrenamientos de bajo volumen a intensidades elevadas, mediante entrenamientos interválicos de alta intensidad (HIIT) (Aspenes y Karlsen, 2012; Barker et al., 2014), aunque Barker et al., (2014) señalan que es necesario investigar más a fondo los entrenamientos HIIT para poder afirmar la viabilidad y eficacia del uso de entrenamientos interválicos con bajo volumen y alta intensidad (Barker et al., 2014). Este enfoque implica alternar entre períodos de esfuerzo de alta intensidad y períodos de descanso o actividad de menor intensidad (Gillen y Gibala, 2013). En natación a menudo se opta por el HIIT para proporcionar adaptaciones aeróbicas y mejorar el rendimiento (Dalamatros et al., 2016). El entrenamiento por intervalos utilizado para mejorar el rendimiento en natación normalmente implica cargas de corta duración, repeticiones cercanas al ritmo de

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

competición con un número adecuado de repeticiones (Clemente-Suárez y Arroyo-Toledo, 2018). Según los resultados de un estudio experimental, se encontró que los protocolos de ejercicio en intervalos cortos (50 m) y largos (100 m) durante un período de 8 semanas tuvieron efectos similares sobre el rendimiento en natación, los parámetros de brazada, el $VO_{2\text{máx}}$ y la recuperación (Dalamatros et al., 2016).

La magnitud o cuantía de los componentes fundamentales de las cargas de entrenamiento (volumen, intensidad o frecuencia) necesaria para mejorar el rendimiento en nadadores sigue siendo poco clara, siendo un tema de debate en la actualidad (calidad vs, cantidad) (Nugent et al., 2017). En líneas generales, cuando se hace referencia a la *calidad* se sugiere que el enfoque del programa de natación se centre en un entrenamiento de bajo volumen y de altas, mientras el aspecto relacionado a *cantidad* sugiere un programa de entrenamiento con un volumen elevado y con unas intensidades más bajas, con el mismo objetivo, mejorar el rendimiento de los nadadores (Nugent et al., 2017a; Nugent et al., 2017b). Según estudios recientes, los altos volúmenes de entrenamiento no parecen ofrecer una ventaja significativa en comparación con el entrenamiento de alta intensidad realizado con volúmenes sustancialmente menores (Aspenes y Karlsen, 2012; Liu y Wang, 2023). Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de un entrenamiento de 12 semanas de alto volumen y baja intensidad en el rendimiento deportivo de jóvenes nadadores que participan en competiciones oficiales en la Comunidad Valenciana, comparando los resultados obtenidos según las diferentes categorías de edad y por sexo.

Material y método

Diseño del Estudio

Se llevó a cabo un estudio longitudinal con cuatro mediciones para analizar la mejora del rendimiento en nadadores jóvenes tras 12 semanas de entrenamiento de alto volumen y baja intensidad. Se empleó una metodología cuantitativa y de alcance descriptivo.

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Participantes

Un total de 144 nadadores menores de edad (68 hombres y 76 mujeres) que competían en competiciones oficiales participaron en este estudio. Las categorías se dividieron siguiendo las indicaciones de la Real Federación Española de Natación (RFEN): Prebenjamín o U8 (nacidos entre 2014-2015; n=23); Benjamín o U10 (nacidos entre 2012-2013; n=28); Alevín o U12 (nacidos entre 2010-2011; n=34); Infantil o U14 (nacidos entre 2008-2009; n=36); Cadete o U16 (nacidos entre 2006-2007; n=23). Los participantes pertenecían a 7 clubes de natación de la Marina Alta de la Comunidad Valenciana (Club-Benissa, Club-Benitatchell, Club-Lady, Club-Pégo, Club-Tonus, Club-Aqualia, Club-Dénia). Todos los nadadores contaban al menos con 3 años de experiencia en competiciones, exceptuando las dos categorías más jóvenes (Prebenjamín y Benjamín). La tabla 1 recoge las características del total de los sujetos y las diferentes categorías en las que se ha dividido la muestra.

Para garantizar la homogeneidad de la muestra, se establecieron criterios específicos de inclusión, exclusión y eliminación. Se incluyeron nadadores menores de edad nacidos entre 2006 y 2015 que participaban en competiciones oficiales y contaban con un mínimo de tres años de experiencia competitiva, salvo en las categorías Prebenjamín y Benjamín. Se excluyeron aquellos que no completaran al menos el 80% de las sesiones de entrenamiento, que no participaran en las competiciones durante el periodo de estudio o que presentaran lesiones o enfermedades que limitaran su desempeño deportivo. Además, fueron eliminados del análisis final los nadadores que no completaron las cuatro mediciones programadas.

Tabla 1. Características de la muestra por categorías.

	Prebenjamín U8 (n=23)	Benjamín U10 (n=27)	Alevín U12 (n=34)	Infantil U14 (n=36)	Cadete U16 (n=18)	Total (n=144)
Nacidos entre	2014-2015	2012-2013	2010-2011	2008-2009	2006-2007	2006-2015
Peso (kg)	124,1±0,8	135,8±6,95	155,6±7,5	166,1±6,3	172,5±7,0	150,8±7,6
Talla (cm)	40,4±9,5	41,5±4,73	45,3±5,4	54,9±5,7	63,3±9,7	49,1±5,4

Datos expresados media ± desviación estándar (DE).

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Instrumentos

Para medir el rendimiento deportivo de los nadadores se registraron los tiempos de prueba de estilo libre en 25, 50 o 100 metros (según cada categoría), en cuatro mediciones. Dos de ellas se obtuvieron mediante cronometraje de los entrenadores y las otras dos en competiciones oficiales celebradas el 23 de octubre de 2021 en Ondara (Alicante) y el 20 de noviembre de 2021 en Pego (Alicante). Para el cronometraje se utilizó un cronómetro digital (Finis Pace Clock 3X-100M) y relojes inteligentes (Amazfit GTR 3). Este último también se usó como pulsómetro para controlar la intensidad planificada mediante la Frecuencia cardiaca (FC). Toda la información recopilada se registró en una base de datos digital alojada en Google Drive.

Procedimiento

Se contactó con los clubes para invitarles a la participación en el estudio. Se explicó el diseño y el tipo de entrenamiento que se iba a desarrollar durante 12 semanas, el cual se estructuró en tres mesociclos, cada uno compuesto por cuatro microciclos con tres sesiones semanales. Cada sesión tuvo unos 90 minutos de duración aproximada.

Variable independiente: Plan de entrenamiento. Se comenzó con un volumen de 3.750 metros semanales para U8 y U10, y de 7.500 metros semanales para U12, U14 y U16. La carga de entrenamiento se ajustó progresivamente con un incremento del volumen del 5% por mesociclo. La intensidad del entrenamiento se monitorizó mediante el tiempo registrado en la primera toma para el estilo libre, estableciendo una intensidad de 65-75% del mismo (Karabıyık et al., 2023), y con la Frecuencia Cardíaca Máxima (FCM) para el resto de los estilos, con una intensidad entre 60-70% de la FCM para las 12 semanas. Siguiendo las recomendaciones de Ciccone et al. (2019) para niños y adolescentes, la FCM se calculó mediante la fórmula de Tanaka et al. (2001).

Para llevar a cabo de forma correcta el estudio se detalló la planificación completa de las 12 semanas. Cada sesión incluyó un calentamiento en seco mediante movilización articular, seguida de un calentamiento acuático adaptado a la categoría: 250 m combinando estilos para U8 y U10, y 500 m para U12 en adelante. La parte principal de las sesiones tuvieron protagonismo del estilo libre o *crol*, aunque se incluyeron series del resto de estilos según el día y la categoría. La vuelta a la calma consistió en nado suave y estiramientos en seco.

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Variable dependiente: Tiempos registrados en los 4 test. Para la obtención correcta de las tomas 1 y 3, primero se explicó y se dieron las instrucciones pertinentes para su correcta ejecución, ya que tenían que tomarse del mismo modo que la tomas en las competiciones (tomas 2 y 4). Esas tomas se realizaron aplicando la misma normativa que en la competición, tanto en la salida, como en los virajes y la finalización de la prueba

Se resolvieron todas las dudas que se formularon a cerca de la planificación del entrenamiento y la toma de los tiempos. Se supervisó en todo momento ambas cuestiones para que todo se desarrollara convenientemente. Todos los tutores legales, al ser menores de edad, recibieron una descripción detallada del estudio y firmaron el consentimiento informado. Este estudio cumple con la declaración de Helsinki y ha sido aprobado por el comité ético de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla (código 23/4-3).

Análisis estadístico

Los datos se han tratado con el programa SPSS IBM 26®. En cuanto a la estadística descriptiva se muestra la Media como medida de tendencia central, la Desviación Estándar como estadístico de dispersión y el intervalo de confianza al 95% como indicador de fiabilidad. En cuanto a la estadística inferencial en primer lugar se comprobó que los datos no cumplen los supuestos de normalidad (Kolmogórov-Smirnov) y homocedasticidad (Levene). Para las comparaciones intra-categoría se llevó a cabo el test de Friedman para análisis de medidas repetidas y para la comparación por pares el test de Wilcoxon. Para las comparaciones entre sexo se realizó un modelo lineal generalizado, siendo el factor principal sexo e incluyendo el pretest como covariable. Las comparaciones por pares se realizaron mediante la prueba de Bonferroni. El nivel de significación estadística se consideró para un valor $p < 0.05$.

Resultados

La Tabla 2 muestra los tiempos registrados en las cuatro tomas llevadas a cabo durante la investigación. En ella se aprecia que se registraron mejoras significativas en todas las categorías a lo largo de la intervención. Destacamos que la categoría de edad más joven (Prebenjamines o U8), en la que todos los tiempos registrados tras la

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

intervención disminuyeron significativamente respecto de la toma 1. Asimismo, la última toma (toma 4) es significativamente menor que las tres tomas registradas previamente. En este sentido en todas las categorías la última toma (toma 4), muestras disminuciones significativas respecto la primera toma (toma 1), excepto en el grupo de mayor edad (Cadete o U16).

Tabla 2. Toda la muestra. Tiempos de nado registrados durante la intervención. Comparación intra-categoría.

	Test 1		Test 2		Test 3		Test 4		
Categoría* (metros)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	^y p valor
U8 (25m)	34,46 ± 10,75 ^{abc}	29,81 - 39,10	33,23 ± 8,13 ^{ad}	29,71 - 36,75	31,69 ± 7,04 ^{bc}	28,65 - 34,73	30,76 ± 7,11 ^{cde}	27,69 - 33,84	0,000
U10 (50m)	55,30 ± 8,36 ^{abc}	52,06 - 58,54	53,16 ± 7,31 ^a	50,32 - 55,99	52,23 ± 6,77 ^b	49,60 - 54,85	51,56 ± 5,80 ^c	49,31 - 53,81	0,008
U12 (50m)	46,94 ± 7,34 ^{abc}	44,38 - 49,50	45,33 ± 7,14 ^{ad}	42,84 - 47,82	44,89 ± 7,35 ^{bd}	42,32 - 47,46	44,64 ± 6,83 ^c	42,26 - 47,02	0,000
U14 (100m)	91,75 ± 13,27 ^{abc}	87,26 - 96,24	90,61 ± 12,17 ^{ade}	86,49 - 94,73	89,80 ± 12,30 ^{bd}	85,63 - 93,96	89,83 ± 12,09 ^{ce}	85,74 - 93,92	0,000
U16 (100m)	83,35 ± 10,91 ^{abx}	78,64 - 88,07	82,02 ± 10,08 ^a	77,66 - 86,37	82,41 ± 11,06 ^b	77,62 - 87,19	82,02 ± 9,94 ^x	77,72 - 86,32	0,048

^y Análisis medidas repetidas (test de Friedman),

^{abcde} Mismo superíndice diferencias significativas en Post hoc comparaciones por pares (test de Wilcoxon). (^xp=0,08; Test de Wilcoxon)

* U8: distancia de competición de 25 metros; U10 y U12: distancia de competición de 50 metros; U14 y U16: distancia de competición de 100 metros

La Figura 1 recoge la evolución de los tiempos en las 4 tomas, observándose como los tiempos disminuyen en todas las categorías a medida que avanzan las tomas.

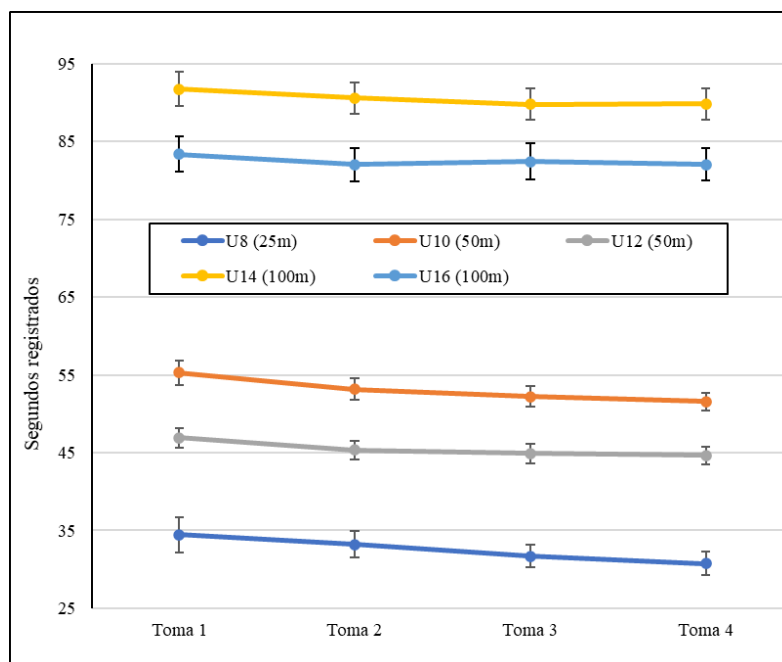


Figura 1. Evolución de las marcas de las 4 tomas (segundos) en las diferentes categorías. Barras: Error Estándar; U8: distancia de competición de 25 metros; U10 y U12: distancia de competición de 50 metros; U14 y U16: distancia de competición de 100 metros.

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

La Tabla 3 muestra los tiempos registrados por los hombres en las 4 tomas llevadas a cabo durante la investigación y para las diferentes categorías. En ella se aprecian mejoras significativas a lo largo de la intervención en las categorías U8, U12 y U14. Destacamos que la categoría de edad más joven (Prebenjamines o U8) en la que todos los tiempos registrados tras la intervención disminuyeron significativamente.

Tabla 3. Hombres. Tiempos de nado registrados durante la intervención. Comparación intra-categoría.

	Test 1		Test 2		Test 3		Test 4		
Categoría* (metros)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	χ^2 valor
U8 (25m)	35,9 ± 15,0 ^{abc}	25,2 - 46,7	34,5 ± 10,5 ^a	27,0 - 41,9	32,4 ± 8,3 ^{bd}	26,5 - 38,4	31,5 ± 8,3 ^{cd}	25,5 - 37,4	0,02
U10 (50m)	52,7 ± 5,7	49,4 - 56,0	52,3 ± 5,6	49,0 - 55,5	51,8 ± 5,9	48,4 - 55,2	51,3 ± 5,6	48,0 - 54,5	0,58
U12 (50m)	50,5 ± 6,4 ^{abc}	46,8 - 54,1	48,3 ± 6,1 ^a	44,8 - 51,9	47,7 ± 6,3 ^b	44,1 - 51,3	47,5 ± 6,3 ^c	43,9 - 51,1	0,001
U14 (100m)	89,8 ± 16,2 ^a	81,5 - 98,2	89,1 ± 14,0 ^b	81,9 - 96,3	87,7 ± 14,0 ^{ab}	80,5 - 94,9	88,2 ± 13,4	81,3 - 95,1	0,003
U16 (100m)	80,0 ± 9,5	74,5 - 85,5	79,2 ± 9,7	73,6 - 84,8	78,9 ± 9,6	73,4 - 84,5	79,3 ± 9,6	73,8 - 84,9	0,119

¥ Análisis medidas repetidas (test de Friedman).

^{abcde} Mismo superíndice diferencias significativas en Post hoc comparaciones por pares (test de Wilcoxon).

* U8: distancia de competición de 25 metros; U10 y U12: distancia de competición de 50 metros; U14 y U16: distancia de competición de 100 metros

En la Figura 2 se observa como los tiempos disminuyen en todas las categorías en las diferentes tomas, siendo esta disminución más acentuada en la categoría Prebenjamines o U8.

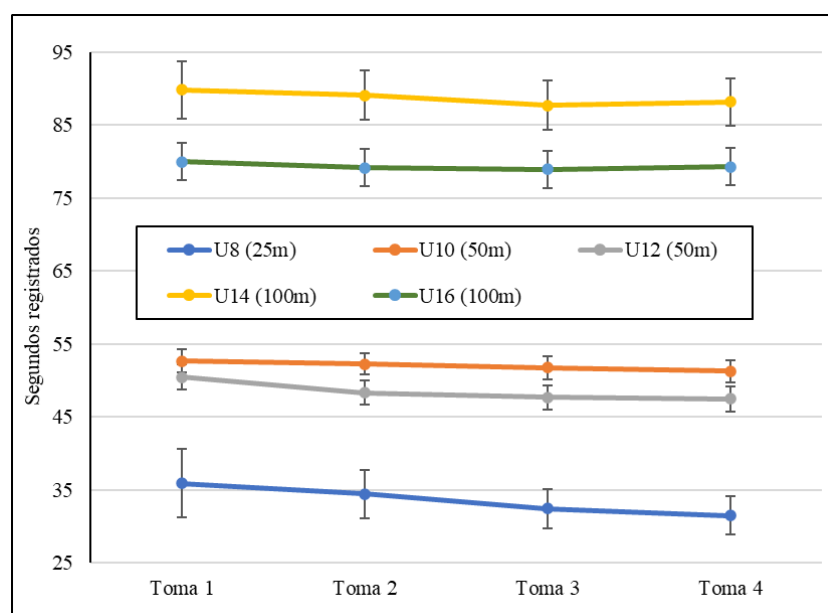


Figura 2. Evolución de las marcas de los 4 test (segundos) por categorías para hombres. Barras: Error Estándar; U8: distancia de competición de 25 metros; U10 y U12: distancia de competición de 50 metros; U14 y U16: distancia de competición de 100 metros.

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

La Tabla 4 recoge los tiempos registrados por las mujeres en las 4 tomas realizadas en las diferentes categorías durante el estudio. En ella podemos observar mejoras significativas a lo largo de la intervención en todas las categorías menos la U16. Destaca la mejora significativa en todos los tiempos registrados tras la intervención en las categorías U8, U12 y U14.

Tabla 4. Mujeres. Tiempos de nado registrados durante la intervención. Comparación intra-categoría.

Categoría* (metros)	Test 1		Test 2		Test 3		Test 4		p valor
	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	(Media ±DS)	IC (95%)	
U8 (25m)	33,3 ± 6,3 ^{abc}	29,5 - 37,1	32,3 ± 6,1 ^a	28,6 - 36,0	31,1 ± 6,2 ^b	27,4 - 34,8	30,2 ± 6,3 ^c	26,4 - 34,0	0,002
U10 (50m)	57,9 ± 9,9 ^{ab}	52,2 - 63,6	54,0 ± 8,8	48,9 - 59,1	52,7 ± 7,7 ^a	48,2 - 57,2	51,9 ± 6,2 ^b	48,3 - 55,4	0,007
U12 (50m)	44,5 ± 7,1 ^{abc}	41,2 - 47,8	43,2 ± 7,2 ^a	39,9 - 46,6	42,9 ± 7,6 ^b	39,4 - 46,5	42,7 ± 6,6 ^c	39,5 - 45,8	0,006
U14 (100m)	93,5 ± 10,2 ^{abc}	88,6 - 98,4	92,0 ± 10,5 ^a	86,9 - 97,0	91,7 ± 10,6 ^b	86,5 - 96,8	91,3 ± 11,0 ^c	86,0 - 96,6	0,001
U16 (100m)	88,5 ± 11,4	79,8 - 97,3	86,4 ± 9,5	79,2 - 93,7	87,8 ± 11,5	79,0 - 96,7	86,2 ± 9,5	78,9 - 93,5	0,228

¥ Análisis medidas repetidas (test de Friedman).

^{abcde} Mismo superíndice diferencias significativas en Post hoc comparaciones por pares (test de Wilcoxon).

* U8: distancia de competición de 25 metros; U10 y U12: distancia de competición de 50 metros; U14 y U16: distancia de competición de 100 metros

La Figura 3 muestra como los tiempos disminuyen en las cuatro tomas en todas las categorías, siendo esta disminución más acentuada en la categoría Prebenjamines o U8.

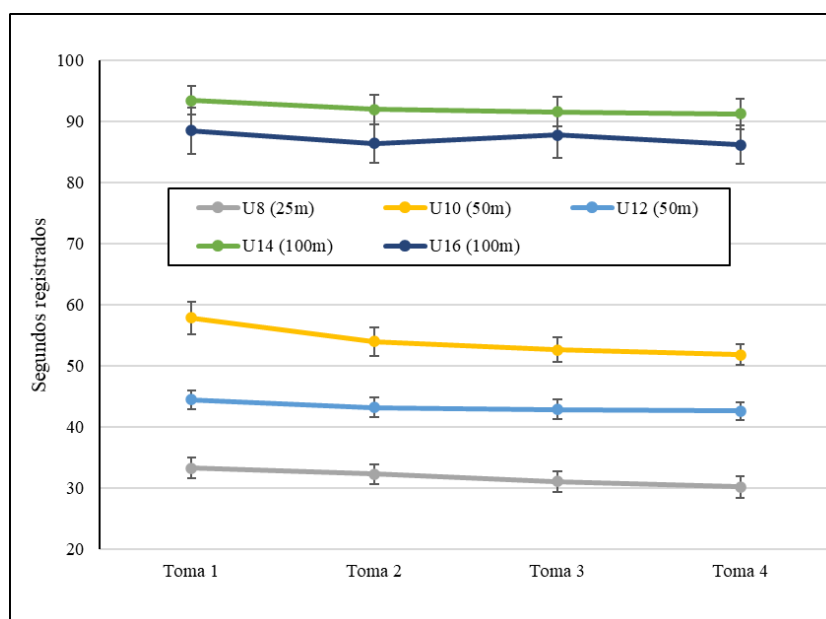


Figura 3. Evolución de las marcas de los 4 test (segundos) por categorías. Barras: Error Estándar; U8: distancia de competición de 25 metros; U10 y U12: distancia de competición de 50 metros; U14 y U16: distancia de competición de 100 metros.

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

La Tabla 5 muestra los porcentajes de cambio entre la primera y la última toma. Aunque todas las categorías y ambos sexos han disminuido los tiempos en la última toma respecto a la primera (Figura 4), no se han encontrado diferencias significativas para los porcentajes de cambio entre estas en ninguna de las categorías ni para el total de la muestra ni por sexo.

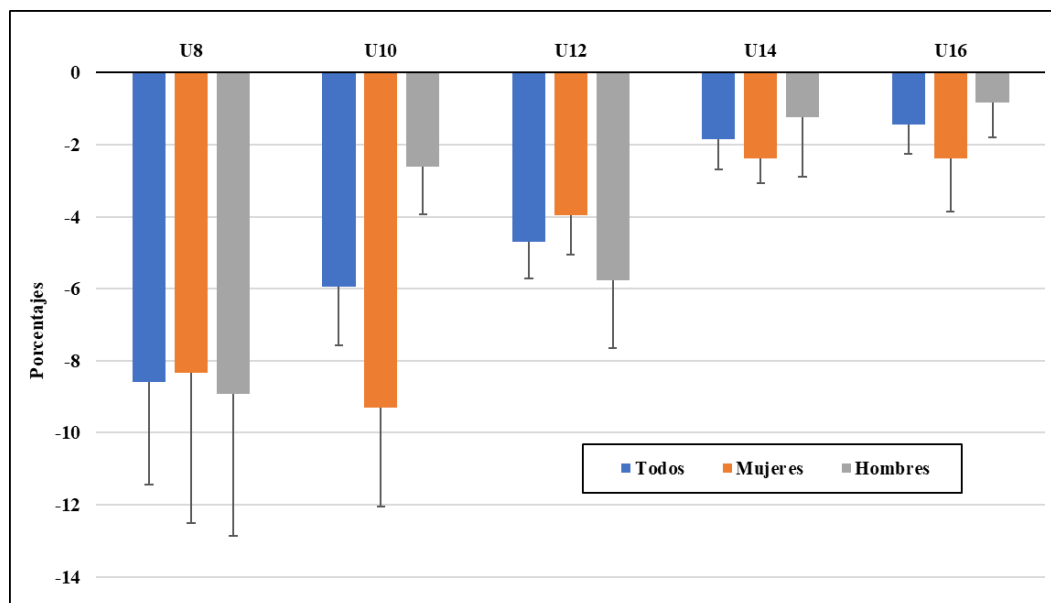


Figura 4. Porcentajes de cambio en los tiempos desde la primera a la última toma para el total de la muestra y por ambos sexos. Barras: Error Estándar; U8: distancia de competición de 25 metros; U10 y U12: distancia de competición de 50 metros; U14 y U16: distancia de competición de 100 metros.

Discusión

El propósito de esta investigación fue analizar el impacto de un programa de entrenamiento de 12 semanas de alto volumen y baja intensidad en el rendimiento deportivo de nadadores jóvenes que participan en competiciones oficiales en la Comunidad Valenciana, comparando los resultados obtenidos según las diferentes categorías de edad para toda la muestra y por sexo. Nuestros hallazgos revelaron una mejora significativa en los tiempos de nado de los jóvenes nadadores tras la aplicación del entrenamiento, lo que sugiere que este tipo de entrenamiento puede ser efectivo para mejorar el rendimiento en nadadores jóvenes.

El entrenamiento de alto volumen es un entrenamiento destinado a mejorar la capacidad aeróbica y, en consecuencia, optimizar el rendimiento en nadadores competitivos (Pugliese et al., 2015). La evolución de los tiempos en las cuatro tomas del presente estudio muestra una tendencia a la disminución en todas las categorías

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

conforme avanza la intervención, habiendo mejoras significativas en todas las categorías en al menos dos de las tomas realizadas. Estos resultados apoyan el uso de HVT, una práctica común de entrenamiento en todos los grupos de edad y eventos de natación (Maglischo, 2003; Sweetenham y Atkinson, 2003). Un estudio reciente llevado a cabo en nadadores jóvenes de competición comparó la eficacia de entrenamientos de alto, moderado y bajo volumen, concluyendo que el entrenamiento de alto volumen debe ser parte integral de la planificación para optimizar el rendimiento en natación (Chortane et al., 2022).

Según Amara et al. (2023) el volumen de entrenamiento puede variar desde 4000 m hasta 7000 m por sesión en nadadores competitivos jóvenes (entre 13 y 17 años). Este volumen es bastante inferior al utilizado en el presente estudio, que planificó un rango de 3750-7500 m semanales, con un incremento del 5% por macrociclo. Del mismo modo, estos volúmenes de entrenamiento son significativamente inferiores que los recomendados por el modelo de desarrollo a largo plazo del atleta, que sugería entre 8000 y 16000 m semanales para niños de 9-12 años y niñas de 8-11 años, y entre 24000 y 32000 m para varones de 12-15 años y mujeres de 11-14 años, con 4-12 sesiones semanales (Balyi y Hamilton, 2004). Este aspecto pone en valor los resultados obtenidos en el presente estudio, ya que consigue una mejora del rendimiento con un volumen bastante menor. Además, se cree que los altos volúmenes de entrenamiento pueden aumentar el riesgo de especialización temprana en atletas jóvenes (Myer et al., 2015a, 2015b), pudiendo sufrir muchas consecuencias negativas, tales como tener un mayor riesgo de lesión (Jayanthi et al., 2015; Myer et al., 2015a); sobreentrenamiento y abandono temprano (Carter y Micheli, 2011; Myer et al., 2015a); reducción del desarrollo de su capacidad motora total (Lloyd et al., 2015; Mostafavifar et al., 2013), o menor rendimiento en etapas más avanzadas de su carrera deportiva (Bridge y Toms, 2013; Fransen et al., 2012).

Los entrenadores de natación sugieren que se necesitan grandes cantidades de práctica para desarrollar la técnica de natación (Greyson et al., 2010), y este es quizás uno de los incentivos para el entrenamiento HVT, particularmente en nadadores jóvenes que necesitan tiempo para desarrollar su capacidad técnica. Greyson et al. (2010) sugieren que el desarrollo de la vía energética por fosforilación oxidativa en los

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

nadadores jóvenes es crucial para mejorar la recuperación de las series de entrenamiento de alta intensidad y de las competencias, maximizar el desarrollo del diafragma y del tórax durante la maduración y apuntar a la ventana óptima para el desarrollo aeróbico. Además, se ha reportado que las vías metabólicas de los niños favorecen las fuentes de energía aeróbicas y las fibras musculares de oxidación en contraste con los nadadores postadolescentes y adultos, que utilizan fuentes de energía anaeróbicas y fibras musculares glucolíticas (Dotan et al., 2012).

Por el contrario, otras investigaciones están a favor de sesiones más cortas, pero más intensas, alegando que la duración de las pruebas de natación es corta con respecto a la distancia que nadan los nadadores durante el entrenamiento tradicional y aseguran que el entrenamiento por intervalos proporciona beneficios no solo en el rendimiento de nadadores jóvenes (Karabıyık et al., 2023; Kilen et al., 2014; Nugent et al., 2017a; Nugent et al., 2017b). En este sentido, Costill et al., (1991) evaluó el impacto de un mayor volumen de entrenamiento en nadadores universitarios masculinos, comparando dos grupos durante 25 semanas. Un grupo con alto volumen entrenó dos veces al día durante 6 semanas, mientras que el otro grupo mantuvo una sola sesión diaria. Ambos grupos mostraron mejoras significativas en la potencia, resistencia y rendimiento en general a lo largo del estudio, pero no encontraron diferencias significativas entre los grupos (Costill et al., 1991).

Respecto a las diferentes categorías, los resultados del presente estudio reflejaron una disminución en los tiempos de las pruebas realizadas, con mayores mejoras en las categorías de menor edad. De hecho, fue la categoría más joven (Prebenjamines o U8) la que mostró una disminución significativa en todos los tiempos tras la intervención, especialmente en comparación con la primera toma. En este sentido es importante destacar que la mejora en el rendimiento es mayor cuando los deportistas son principiantes (Thomas, 1994), por lo que quizás esta mejora respecto al resto de categorías pueda deberse a ello. González et al., (2022) señala que a medida que el niño vaya progresando, el nadador deberá aumentar la cantidad de metros por sesión, respetando siempre la edad del nadador, con el objetivo de realizar volúmenes importantes y mejorar sus ritmos de nado (Saavedra et al., 2004). Además, en relación con los resultados hallados en el presente estudio se debe tener en cuenta, que el

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

entrenamiento de la técnica debe realizarse a lo largo de toda la vida del nadador, pero éste debe ser absolutamente prioritario entre los 7 y los 12 años (Navarro et al., 2003), por lo que, quizás tenga más sentido una planificación en la que prevalezca esto.

La última toma registró tiempos significativamente menores en comparación con las tres tomas anteriores, en todas las categorías, excepto en el grupo de mayor edad (Cadete o U16). Probablemente esto se pueda deber a que a partir de estas edades se necesite otro programa de entrenamiento que contenga menos semanas de alto volumen, es decir, aplicar cargas que sean más específicas y que sean individualizadas. Encontrar una carga diaria de entrenamiento adecuada para deportistas jóvenes es difícil (Kamandulis et al., 2020). Una solución acertada podría ser, aumentar el volumen de la carga de entrenamiento de manera gradual (Chortane et al., 2022). En este sentido Navarro et al., (2003) afirman que, durante el entrenamiento del nadador joven, el volumen de entrenamiento debe ser progresivo y en concordancia a la intensidad (Navarro et al., 2003). En el desarrollo de jóvenes deportistas, es fundamental controlar variables del entrenamiento como el volumen y la intensidad. Debido a factores hormonales y de madurez, el entrenamiento de volumen tiende a estar más presente en esta etapa (Born et al., 2022). El volumen es, de hecho, uno de los parámetros más estudiados en la natación, donde tanto entrenadores como nadadores suelen asociar de manera tradicional el número de horas en la piscina con el nivel de éxito (Karabıyık et al., 2023; Nugent et al., 2017a; Tate et al., 2012). A pesar de la corta duración de la mayoría de las competiciones, parece ser que los entrenadores de natación otorgan gran importancia al entrenamiento HVT (Lang y Light, 2010).

Al dividir la muestra según el sexo, se puede observar que todas las categorías mejoran sus tiempos independientemente del sexo del nadador. A pesar de esto, la mejora solo fue significativa entre la primera y última toma en las categorías Prebenjamín (U8) y Alevín (U12) en los hombres. Por el contrario, en el caso de las mujeres fueron todas las categorías menos la Cadete (U16). Este hallazgo es contrario a los reportados por Casanova y Gamardo, (2017), que observó un índice de fatiga mayor en las niñas que de los niños, observando una disminución del rendimiento en la categoría femenina (Casanova y Gamardo, 2017). Es importante tener en cuenta que, la maduración biológica y morfológica no progresa de manera lineal o al mismo ritmo ni

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

en un mismo grupo de edad y/o sexo a partir de la pubertad (más pronta en chicas), es decir, edad cronológica y biológica pueden disociarse significativamente (McNarry et al., 2020; Nevill et al., 1998; Viru et al., 1999). Por lo tanto, esto puede dar lugar a diferencias considerables en la maduración entre nadadores dentro de un mismo grupo de edad cronológica (Geladas et al., 2005; Vaeyens et al., 2008). Este aspecto refuerza la idea de que el entrenamiento es un proceso individualizado, donde se deberán adaptar las cargas de entrenamiento (volumen, intensidad, densidad) a las características morfológicas y al estado madurativo de los deportistas (Lloyd y Oliver, 2012; Sellés et al., 2016).

Al observar los porcentajes de cambio entre la primera y la última toma de la presente investigación, se puede comprobar como a pesar de que hay mejoría en todas las categorías para el total y por sexo, no se encontraron diferencias significativas. La literatura sobre el entrenamiento en natación presenta resultados dispares en cuanto al HVT y el HIIT para mejorar el rendimiento en jóvenes nadadores. Estas diferencias en los estudios pueden deberse principalmente a la variabilidad en el tiempo de entrenamiento y la experiencia de cada muestra, así como a la diferencia en el grado de madurez de los participantes, ya que esta variable parece ser crucial para las respuestas fisiológicas al entrenamiento HIIT en niños y niñas (Beyer et al., 2020).

La niñez y la adolescencia es un periodo de crecimiento y desarrollo físico considerable, lo que puede influir en su desempeño en la natación. Aspectos como la variación en la composición corporal, el desarrollo de la musculatura y el crecimiento óseo son factores clave a tener en cuenta al evaluar y entrenar a jóvenes nadadores. Implementar un entrenamiento apropiado durante esta fase de adolescencia es fundamental para lograr mejoras en el rendimiento y en su salud global (Hibberd et al., 2016). Asimismo, es importante señalar que las jóvenes atletas suelen reportar una sensación de sobreentrenamiento, ya sea por el volumen o la intensidad (Ferreira et al., 2021). Por lo tanto, un control adecuado de las cargas de entrenamiento es esencial para garantizar la longevidad deportiva y mantener una buena condición de salud en los deportistas, ya que, si las cargas de entrenamiento no se determinan cuidadosamente en deportistas adolescentes, puede provocar agotamiento temprano, abandono escolar y la aparición de enfermedades fisiológicas y psicológicas (Almási et al., 2021).

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

Este estudio presenta varias limitaciones importantes. En primer lugar, el tamaño de la muestra, aunque adecuado para detectar efectos significativos, podría no ser suficientemente grande como para representar la variabilidad en el rendimiento y las respuestas al entrenamiento de todos los nadadores jóvenes, además, los participantes pertenecen únicamente a clubes de una región específica de la Comunidad Valenciana, lo que limita la generalización de los resultados a otras regiones o países con diferentes niveles competitivos y estructuras de entrenamiento. En segundo lugar, la falta de un grupo de control que no siguiera el programa de entrenamiento de alto volumen y baja intensidad dificulta la atribución de las mejoras en el rendimiento exclusivamente al entrenamiento. En tercer lugar, la medición del rendimiento se basó en tiempos de pruebas de natación, lo que podría no reflejar otros aspectos importantes del rendimiento, como la técnica de nado o la resistencia, además, las tomas realizadas por los entrenadores pueden estar sujetas a errores humanos en el cronometraje, a pesar de los esfuerzos por estandarizar el procedimiento. Finalmente, la falta de control sobre otros factores que podrían influir en el rendimiento de los nadadores, como la nutrición, el descanso o el entrenamiento fuera del agua, podría haber afectado los resultados.

Conclusión

Los resultados de este estudio sugieren que un programa de entrenamiento de 12 semanas de alto volumen y baja intensidad puede mejorar significativamente el rendimiento de nadadores jóvenes que participan en competiciones oficiales. Se encontraron mejoras significativas en los tiempos de todas las categorías a lo largo de la intervención, especialmente en los nadadores más jóvenes (U8), donde la reducción fue más pronunciada. La última toma (toma 4) registró tiempos significativamente menores que las tomas previas en casi todas las categorías, excepto en U16. En los hombres, las categorías U8, U12 y U14 presentaron mejoras significativas, mientras que en las mujeres estas se observaron en todas las categorías, excepto en U16. Si bien los tiempos disminuyeron en la última toma respecto a la primera en todas las categorías y en ambos sexos, no se encontraron diferencias significativas entre categorías. Es decir, ninguna categoría mejoró significativamente más que la demás, ni considerando el total de la muestra ni diferenciando por sexo. En síntesis, estos hallazgos refuerzan la idea que el

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

control de las cargas que respete el principio de individualización y progresión es fundamental siempre y especialmente a estas edades. Además, es necesario realizar más investigaciones para confirmar estos hallazgos y determinar si el entrenamiento de alto volumen es superior a otras estrategias de entrenamiento para mejorar el rendimiento en nadadores jóvenes.

Referencias

- Almási, G., Bosnyák, E., Móra, Á., Zsákai, A., Fehér, P. V., Annár, D., Nagy, N., Sziráki, Z., Kemper, H. C. G., y Szmodis, M. (2021). Physiological and Psychological Responses to a Maximal Swimming Exercise Test in Adolescent Elite Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(17), 9270. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179270>
- Amara, S., Hammami, R., Zacca, R., Mota, J., Negra, Y., y Chortane, S. G. (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>
- Aspenes, S. T., y Karlsen, T. (2012). Exercise-training intervention studies in competitive swimming. *Sports Medicine*, 42(6), 527–543. <https://doi.org/10.2165/11630760-000000000-00000>
- Balyi, I., y Hamilton, A. (2004). Long-Term Athlete Development: *Trainability in Childhood and Adolescence. Windows of Opportunity. Optimal Trainability*. National Coaching Institute British Columbia and Advanced Training and Performance Ltd.
- Barker, A. R., Day, J., Smith, A., Bond, B., y Williams, C. A. (2014). The influence of 2 weeks of low-volume high-intensity interval training on health outcomes in adolescent boys. *Journal of Sports Sciences*, 32(8), 757–765. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.853132>
- Beyer, K. S., Stout, J. R., Redd, M. J., Baker, K. M., Church, D. D., Bergstrom, H. C., Hoffman, J.R., y Fukuda, D. H. (2020). Effect of somatic maturity on the aerobic and anaerobic adaptations to sprint interval training. *Physiological Reports*, 8(9), e14426. <https://doi.org/10.14814/PHY2.14426>

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

- Born, D. P., Lomax, I., Rüeger, E., y Romann, M. (2022). Normative data and percentile curves for long-term athlete development in swimming. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 25(3), 266–271. <https://doi.org/10.1016/J.JSAMS.2021.10.002>
- Bridge, M., y Toms, M. (2013). The specialising or sampling debate: a retrospective analysis of adolescent sports participation in the UK. *Journal of Sports Sciences*, 31(1), 87-96. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.721560>
- Casanova Machek, R. R., y Gamardo Hernández, P. F. (2017). Biological Maturation, Strength and Muscle Power in Front Crawl. *Apunts. Educacion Fisica y Deportes*, 128(2), 78–91. [https://doi.org/10.5672/APUNTS.2014-0983.ES.\(2017/2\).128.05](https://doi.org/10.5672/APUNTS.2014-0983.ES.(2017/2).128.05)
- Chortane, O. G., Amara, S., Barbosa, T. M., Hammami, R., Khalifa, R., Chortane, S. G., y van den Tillaar, R. (2022). Effect of High-Volume Training on Psychological State and Performance in Competitive Swimmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 7619. <https://doi.org/10.3390/IJERPH19137619>
- Cicone, Z. S., Holmes, C. J., Fedewa, M. V., MacDonald, H. V., y Esco, M. R. (2019). Age-based prediction of maximal heart rate in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Research quarterly for exercise and sport*, 90(3), 417-428. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1615605>
- Clemente-Suárez, V. J., y Arroyo-Toledo, J. J. (2018). The Use of Autonomic Modulation Device to Control Training Performance after High-Intensity Interval Training Program. *Journal of Medical Systems*, 42, 47. <https://doi.org/10.1007/s10916-018-0907-8>
- Costa, M. J., Barbosa, T. M., Bragada, J. A., Marinho, D. A., y Silva, A. J. (2012). Longitudinal interventions in elite swimming: a systematic review based on energetics, biomechanics, and performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 2006–2016. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318257807F>
- Costill, D. L., Thomas, R., Robergs, R. A., Pascoe, D., Lambert, C., Barr, S., y Fink, W. J. (1991). Adaptations to swimming training: influence of training volume. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(3), 371–377.

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

- Dalamitros, A. A., Zafeiridis, A. S., Toubekis, A. G., Tsalis, G. A., Pelarigo, J. G., Manou, V., y Kellis, S. (2016). Effects of short-interval and long-interval swimming protocols on performance, aerobic adaptations, and technical parameters: A training study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2871–2879. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001369>
- Domínguez, R., Sánchez-Oliver, A. J., Cuenca, E., Jodra, P., Fernandes da Silva, S., y Mata-Ordóñez, F. (2017). Nutritional needs in the professional practice of swimming: a review. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 21(4), 1–10. <https://doi.org/10.20463/JENB.2017.0030>
- Dotan, R., Mitchell, C., Cohen, R., Klentrou, P., Gabriel, D., y Falk, B. (2012). Child—adult differences in muscle activation—a review. *Pediatric Exercise Science*, 24(1), 2. <https://doi.org/10.1123/pes.24.1.2>
- Ferreira, S., Carvalho, D. D., Cardoso, R., Rios, M., Soares, S., Toubekis, A., y Fernandes, R. J. (2021). Young Swimmers' Middle-Distance Performance Variation within a Training Season. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(3), 1–10. <https://doi.org/10.3390/IJERPH18031010>
- Fransen, J., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Vaeyens, R., Lenoir, M., y Philippaerts, R. M. (2012). Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6-12 years specializing in one versus sampling more than one sport. *Journal of Sports Sciences*, 30(4), 379-386. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.642808>
- Geladas, N. D., Nassis, G. P., y Pavlicevic, S. (2005). Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 26(2), 139–144. <https://doi.org/10.1055/s-2004-817862>
- Gillen, J. B., y Gibala, M. J. (2014). Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(3), 409–412. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0187>
- González-Ravé, J. M., Pyne, D. B., del Castillo, J. A., González-Mohino, F., y Stone, M. H. (2022). Training periodization for a world-class 400 meters individual

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

medley swimmer. *Biology of Sport*, 39(4), 883–888.
<https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2022.109954>

Greyson, I., Kelly, S., Peyrebrune, M., y Furniss, B. (2010). Interpreting and implementing the long term athlete development model: English swimming coaches' views on the (swimming) LTAD in practice. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(3), 403-406.

Hibberd, E. E., Laudner, K. G., Kucera, K. L., Berkoff, D. J., Yu, B., y Myers, J. B. (2016). Effect of Swim Training on the Physical Characteristics of Competitive Adolescent Swimmers. *American Journal of Sports Medicine*, 44(11), 2813–2819.
<https://doi.org/10.1177/0363546516669506>

Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189–206.
<https://doi.org/10.2165/11319770-000000000-00000>

Jayanthi, N. A., LaBella, C. R., Fischer, D., Pasulka, J., y Dugas, L. R. (2015). Sports-specialized intensive training and the risk of injury in young athletes: a clinical case-control study. *American Journal of Sports Medicine*, 43(4), 794-801.
<https://doi.org/10.1177/0363546514567298>

Kamandulis, S., Juodsnukis, A., Stanislovaitiene, J., Zuoziene, I. J., Bogdelis, A., Mickevicius, M., Eimantas, N., Snieckus, A., Olstad, B. H., & Venckunas, T. (2020). Daily Resting Heart Rate Variability in Adolescent Swimmers during 11 Weeks of Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 2097. <https://doi.org/10.3390/ijerph17062097>

Karabıyık, H., Güllü, M., Yapıcı, H., Iscan, F., Yagin, F. H., Durmuş, T., ... Alwhaibi, R. (2023). Effects of 12 Weeks of High-, Moderate-, and Low-Volume Training on Performance Parameters in Adolescent Swimmers. *Applied Sciences*, 13(20), 11366. <https://doi.org/10.3390/APP132011366>

Kilen, A., Larsson, T. H., Jørgensen, M., Johansen, L., Jørgensen, S., y Nordsborg, N. B. (2014). Effects of 12 weeks high-intensity & reduced-volume training in elite athletes. *PLoS One*, 9(4), e95025.
<https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0095025>

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

- Lang, M., y Light, R. (2010) Interpreting and Implementing the Long Term Athlete Development Model: English Swimming Coaches' Views on the (Swimming) LTAD in Practice. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 5(3), 389-402. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.5.3.389>
- Liu, H., y Wang, J. (2023). The Effects of Incorporating Dry-land Short Intervals to Long Aerobic-dominant In-Water Swimming Training on Physiological Parameters, Hormonal Factors, and Performance: A Randomized-Controlled Intervention Study. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(2), 329–337. <https://doi.org/10.52082/JSSM.2023.329>
- Lloyd, R. S., y Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 61–72. <https://doi.org/10.1519/SSC.0B013E31825760EA>
- Lloyd, R., Oliver, J., Faigenbaum, A., Howard, R., De Ste Croix, M., Williams, C., Best, T., Alvar, B., Micheli, L., Thomas, D., Hatfield, D., Cronin, J., y Myer, G. (2015). Long-term athletic development, part 2: barriers to success and potential solutions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1451-1464. <https://doi.org/10.1519/01.JSC.0000465424.75389.56>
- Maglischo, E. W. (2003). Endurance training. En *Swimming Fastest* (pp. 417-450). Human Kinetics.
- McNarry, M. A., Lester, L., Brown, J., y Mackintosh, K. A. (2020). Investigating the Modulatory Role of Chronological and Biological Age on Performance Predictors in Youth Swimmers. *Journal of Science in Sport and Exercise*, 2(4), 349–358. <https://doi.org/10.1007/s42978-020-00082-1>
- Ministerio de Cultura y Deporte, C. S. de D. (2022). Encuesta de Hábitos Deportivos en España. Retrieved January 1, 2024, from <https://www.cultura.gob.es/servicios-al-ciudadano/estadisticas/deportes/encuesta-habitos-deportivos-en-espana.html>
- Moreno, B., Veiga, S., Sánchez-Oliver, A. J., Domínguez, R., y Morencos, E. (2022). Analysis of Sport Supplement Consumption by Competitive Swimmers According to Sex and Competitive Level. *Nutrients*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/NU14153218>

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Izquierdo, M., Neiva, H., y Marques, M. C. (2015). Relative Contribution of Arms and Legs in 30 s Fully Tethered Front Crawl Swimming. *BioMed Research International*, 2015, 563206. <https://doi.org/10.1155/2015/563206>
- Mostafavifar, A., Best, T., y Myer, G. (2013). Early sport specialisation, does it lead to long-term problems? *British Journal of Sports Medicine*, 47(17), 1060-1061. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092005>
- Myer, G. D., Jayanthi, N., Difiori, J. P., Faigenbaum, A. D., Kiefer, A. W., Logerstedt, D., y Micheli, L. J. (2015a). Sport specialization, part I: does early sports specialization increase negative outcomes and reduce the opportunity for success in young athletes? *Sports Health*, 7(5), 437-442. <https://doi.org/10.1177/194173811559>
- Myer, G. D., Jayanthi, N., DiFiori, J. P., Faigenbaum, A. D., Kiefer, A. W., Logerstedt, D., y Micheli, L. J. (2015b). Sports specialization, part II: alternative solutions to early sport specialization in youth athletes. *Sports Health*, 8(1), 65-73. <https://doi.org/10.1177/1941738115614811>
- Navarro, F., Oca, A., y Castañón, F. J. (2003). *El entrenamiento del nadador Joven*. Madrid: Gymnos.
- Nevill, A. M., Holder, R. L., Baxter-Jones, A., Round, J. M., y Jones, D. A. (1998). Modeling developmental changes in strength and aerobic power in children. *Journal of Applied Physiology*, 84(3), 963-970. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.3.963>
- Nugent, F. J., Comyns, T. M., Burrows, E., y Warrington, G. D. (2017a). Effects of Low-Volume, High-Intensity Training on Performance in Competitive Swimmers: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 837-847. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001583>
- Nugent, F. J., Comyns, T. M., y Warrington, G. D. (2017b). Quality versus Quantity Debate in Swimming: Perceptions and Training Practices of Expert Swimming Coaches. *Journal of Human Kinetics*, 57(1), 147. <https://doi.org/10.1515/HUKIN-2017-0056>

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

- Pugliese, L., Porcelli, S., Bonato, M., Pavei, G., La Torre, A., Maggioni, M. A., ... Marzorati, M. (2015). Effects of manipulating volume and intensity training in masters swimmers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(7), 907–912. <https://doi.org/10.1123/IJSPP.2014-0171>
- Pyne, D. B., y Sharp, R. L. (2014). Physical and energy requirements of competitive swimming events. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(4), 351–359. <https://doi.org/10.1123/IJSNEM.2014-0047>
- Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Rodríguez, F. A. (2004). La importancia del entrenamiento y la competición en nadadores peripuberales de nivel nacional. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 71, 9.
- Sellés, S., Fernández-Sáez, J., López-Lluch, G., y Cejuela Anta, R. (2016). Análisis de la edad morfológica en nadadores y triatletas adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 33(1), 98–104. <https://doi.org/10.20960/NH.26>
- Sweetenham, B., y Atkinson, J. (2003). Training systems. En *Championship Swim Training* (pp. 3-16). Human Kinetics.
- Tanaka, H., Monahan, K. D., y Seals, D. R. (2001). Agepredicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153–156. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
- Tate, A., Turner, G. N., Knab, S. E., Jorgensen, C., Strittmatter, A., y Michener, L. A. (2012). Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers. *Journal of Athletic Training*, 47(2), 149–158. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.2.149>
- Thomas, K. T. (1994). The Development of Sport Expertise: From Leeds to MVP Legend. *Quest*, 46(2), 199–210. <https://doi.org/10.1080/00336297.1994.10484121>
- Tønnessen, E., Sandbakk, Ø., Sandbakk, S. B., Seiler, S., y Haugen, T. (2024). Training Session Models in Endurance Sports: A Norwegian Perspective on Best Practice Recommendations. *Sports Medicine*, 1–19. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02067-4>
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A. M., y Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport: current models and future

Artículo original. Análisis del rendimiento en jóvenes nadadores tras un entrenamiento de alto volumen de 12 semanas. Vol. 11, n.º 2; p. 1-25, Abril 2025. <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.11344>

directions. *Sports Medicine*, 38(9), 703–714. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838090-00001>

Viru, A., Loko, J., Harro, M., Volver, A., Laaneots, L., y Viru, M. (1999). Critical periods in the development of performance capacity during childhood and adolescence. *European Journal of Physical Education*, 4(1), 75–119. <https://doi.org/10.1080/1740898990040106>

Willems, T. M., Cornelis, J. A. M., De Deurwaerder, L. E. P., Roelandt, F., y De Mits, S. (2014). The effect of ankle muscle strength and flexibility on dolphin kick performance in competitive swimmers. *Human Movement Science*, 36, 167–176. <https://doi.org/10.1016/J.HUMOV.2014.05.004>