



Efectos del entrenamiento concurrente sobre parámetros de la condición física y el rendimiento específico en nadadores infantiles de 50 y 100 metros de estilo crol

Effects of concurrent training on physical fitness parameters and specific performance in young swimmers competing in 50 and 100 meter freestyle events

Autores

Manuel Alejandro Gómez-Muñoz¹
Luz Marina Chalapud-Narváez¹
Cristian Alexis Lasso-Quilindo¹

¹ Corporación Universitaria
Autónoma del Cauca (Colombia)

Autor de correspondencia:
Manuel Alejandro Gómez-Muñoz
manuel.gomez.m@uniautonomo.edu.co

Cómo citar en APA

Gómez Muñoz, M. A., Chalapud-Narváez, L. M., & Lasso-Quilindo, C. A. (2025). Efectos del entrenamiento concurrente sobre parámetros de la condición física y el rendimiento específico en nadadores infantiles de 50 y 100 metros de estilo crol. *Retos*, 71, 302-315.
<https://doi.org/10.47197/retos.v71.111939>

Resumen

Introducción: El entrenamiento concurrente enfatiza en cargas de trabajo de fuerza y resistencia, que pueden ser dosificadas, distribuidas y monitorizadas sistemáticamente en una intrasesión, inter-sesión o intra-microciclo, que contribuyen en generar adaptaciones neuromusculares, cardiovasculares y optimizan el rendimiento en natación.

Objetivo: Determinar los efectos del entrenamiento concurrente sobre parámetros de la condición física y el rendimiento específico en nadadores infantiles en pruebas de 50 y 100 metros estilo crol.

Materiales y métodos: Se evaluaron 12 nadadores (11,75±1,28 años; 150,81 ± 9,92 cm; 43,89 ± 9,37 kg), se evaluó la composición corporal mediante la técnica de cineantropometría, el test Course Navette de 20 metros (20m-SRT) para estimar el VO₂máx indirecto, la fuerza máxima mediante tres repeticiones máximas (3RM) en sentadilla y press de banca, la potencia neuromuscular mediante los saltos de contra movimiento (CMJ), Abalakov (ABK) y Drop Jump (DJ), y el rendimiento en natación en 50 y 100 metros en el estilo crol.

Resultados: Se observaron cambios estadísticamente significativos en la talla sentado (p=0,006), envergadura de brazos (p=0,027), masa muscular (p=0,023), el VO₂máx (p=0,032), fuerza máxima y en potencia neuromuscular, junto con mejoras en las pruebas de 50 y 100 metros estilo crol.

Conclusión: Los cambios en la talla sentado y en la envergadura pueden ser factores clave para mejorar el rendimiento en natación. Asimismo, el aumento del VO₂máx y de la fuerza máxima pueden contribuir a una mejor ejecución de esfuerzos de alta intensidad en pruebas de 50 y 100 metros estilo crol.

Palabras clave

Condición física; entrenamiento concurrente; fuerza; natación; resistencia.

Abstract

Introduction: Concurrent training emphasizes the combination of strength and endurance workloads, which can be systematically dosed, distributed, and monitored within an intrasession, intersession, or intramicrocycle. This approach contributes to neuromuscular and cardiovascular adaptations and optimizes swimming performance.

Objective: To determine the effects of concurrent training on physical fitness parameters and specific performance in young swimmers competing in 50 m and 100 m freestyle events.

Materials and Methods: Twelve swimmers (11.75±1.28 years old; 150.81 ± 9.92 cm; 43.89 ± 9.37 kg), body composition was evaluated using the kinanthropometry technique, the 20-meter Course Navette test (20m-SRT) to estimate the indirect VO₂max, maximum strength by three repetitions maximum (3RM) in squat and bench press, maximum strength by three repetitions maximum (3RM) in sit-up and bench press, and maximum strength by three repetitions maximum (3RM) in sit-up and bench press, maximum strength by three repetition maximum (3RM) in squat and bench press, neuromuscular power by countermovement jumps (CMJ), Abalakov (ABK) and Drop Jump (DJ), and swimming performance in 50 and 100 meters in the crawl style. **Results:** Statistically significant changes were observed in sitting height (p = 0.006), arm span (p = 0.027), muscle mass (p = 0.023), VO₂max (p = 0.032), maximal strength, and neuromuscular power, along with improvements in 50 m and 100 m freestyle performance tests.

Conclusion: Changes in sitting height and arm span may be key factors in improving swimming performance. Additionally, increases in VO₂max and maximal strength may contribute to better execution of high intensity efforts in 50 m and 100 m freestyle events.

Keywords

Physical condition; concurrent training; strength; swimming; endurance.

Introducción

La natación es un deporte acuático individual de tiempo y marca, en el que el deportista debe superar la resistencia del agua y desplazarse en el menor tiempo posible mediante impulsos generados por las extremidades superiores e inferiores, mientras se mantiene una posición horizontal del cuerpo en el agua (Staunton et al., 2024). Este deporte se caracteriza por practicarse en un medio acuático, mediante la ejecución de alguna de las técnicas de desplazamiento como el estilo libre (crol), braza, espalda o mariposa, desarrolladas en pruebas de distancias que oscilan entre los 50 y 1500 metros, en diferentes categorías, géneros y niveles competitivos (World Aquatics, 2025).

La natación clásica de velocidad demanda capacidades físicas específicas, destacando entre estas la fuerza muscular, la cual es la encargada de vencer la resistencia frontal del agua mediante contracciones musculares reguladas por estímulos nerviosos (González-Badillo y Ribas-Serna, 2021; Siff y Verkhoshansky, 2004) y la resistencia, que permite al nadador mantener un esfuerzo óptimo y eficaz durante el mayor tiempo superando la barrera de la fatiga (Flores-Zamora, 2020).

Considerando las exigencias físicas de la natación, se ha demostrado que este deporte requiere el desarrollo de múltiples factores para mejorar el rendimiento. No solo es fundamental el entrenamiento específico en el agua, sino también la incorporación de sesiones de fuerza en tierra. Se ha comprobado que alcanzar niveles óptimos de fuerza y potencia desempeña un papel crucial en la natación de alto rendimiento. Por ello, el entrenamiento de fuerza no debe considerarse simplemente un complemento al trabajo de resistencia en el agua, sino como una parte integral por los beneficios en parámetros de la composición corporal, la condición física y el rendimiento durante los entrenamientos y competencia (Álvarez-Collado, 2021; Amara, Crowley, et al., 2021; Girolid et al., 2012; Sammoud et al., 2019; Sánchez-Mateos y Castaño-Moreno, 2022).

En este sentido, Tan et al. (2021) evidenciaron que el entrenamiento de fuerza y potencia desarrollada en tierra contribuye en mejoras en el empuje del 45-50% y 15-20% para el desplazamiento en el agua en nadadores élite y sub-élite, respectivamente. La integración de este tipo de entrenamiento permite una elevada transferencia de fuerza ejercidas por las extremidades superiores e inferiores durante el empuje en el agua, logrando mayor eficiencia en la propulsión, lo que mejora la velocidad y disminuye el tiempo de desplazamiento en natación. Por esta razón, el entrenamiento concurrente (combinado o multicomponente) es una estrategia de entrenamiento para entrenadores y profesionales de ciencias del deporte, este es un método de distribución y monitorización de la carga de entrenamiento que implica de ejercicios o escenarios específicos de trabajo de fuerza y resistencia. El entrenamiento concurrente, se puede estructurar en una misma sesión (intra-sesión), el mismo día (inter-sesión) o en días alternos (intra-microciclo), con el objetivo de promover y maximizar adaptaciones y respuestas fisiológicas simultáneas sobre ambas capacidades físicas durante un mismo periodo de tiempo (Álvarez-Collado, 2021; Flores-Zamora et al., 2017; García-Orea et al., 2016).

La integración de este método de entrenamiento ayuda a los deportistas a desarrollar y fortalecer su rendimiento deportivo, dado que se pueden evidenciar efectos positivos posteriores a las intervenciones en variables como la economía de carrera, retraso de la fatiga, mejora de la capacidad aeróbica, la fuerza y la velocidad tanto en deportes individuales y colectivos (Álvarez-Collado, 2021; Rønnestad et al., 2015). El entrenamiento concurrente, al ser muy versátil, se combina y adapta de múltiples formas en las programaciones de la periodización del entrenamiento, porque permite implementar herramientas para desarrollar y mejorar el potencial de la fuerza y la resistencia, teniendo en cuenta las características especificidades del deporte. Por lo anterior, autores como López et al., (2021) combinaron el entrenamiento de fuerza sobre miembros superiores e inferiores con entrenamiento de natación, encontrando que el grupo experimental mejoró la fuerza máxima, así como en la frecuencia de brazada y la velocidad en las pruebas de 50 y 100 metros estilo crol a diferencia del grupo control.

Al respecto, Amara et al. (2021), utilizaron un protocolo de fuerza máxima con diferentes volúmenes (alto, moderado y bajo), que fue combinado con trabajo de natación al implementar una carga de entrenamiento externa de 4000 a 6000 metros por sesión, pudiendo evidenciar que un protocolo de fuerza máxima de volumen bajo es suficiente para mejorar la fuerza y el rendimiento en el agua. En un estudio similar, Amara et al. (2021), integraron al entrenamiento tradicional de natación, trabajos específicos de resistencia en el agua con palas de mano, paracaídas de agua y un protocolo de fuerza para las extremidades superiores conformado de ejercicios de press de banca y lanzamiento de balón medicinal. Los



hallazgos señalan mejoras de la fuerza máxima, la cinemática, la frecuencia de brazada y la velocidad en 25 y 50 metros en el estilo crol.

Varias investigaciones se han centrado en el entrenamiento concurrente desde la intermitencia entre la fuerza y los intervalos de alta intensidad (HIIT), encontrando que el entrenamiento de fuerza y HIIT o sprints cortos, son determinantes para el rendimiento deportivo porque se producen cambios en la masa magra, el VO₂máx, el tiempo de sprint y la velocidad aeróbica máxima (Berryman et al., 2019; Cantrell et al., 2014; Methenitis, 2018; Robineau et al., 2016; Sabag et al., 2018). Así mismo, Robineau et al. (2016), evidenciaron que utilizar un protocolo de intervención de fuerza y entrenamiento HIIT con distintos periodos de recuperación (0h, 6h y 24h) en tres grupos, se concluye que programar dos capacidades opuestas con menos de 6 horas de recuperación no es recomendable, porque para garantizar adaptaciones favorables se debe priorizar una recuperación completa de 24 horas.

El entrenamiento concurrente produce cambios positivos en diversas variables de rendimiento físico. Sin embargo, los efectos de este tipo de entrenamiento sobre los parámetros de la condición física y el rendimiento en el estilo crol de nadadores jóvenes no están completamente claros. Por lo tanto, este estudio buscó determinar los efectos del entrenamiento concurrente sobre los parámetros de la condición física y el rendimiento específico en nadadores infantiles en pruebas de 50 y 100 metros estilo crol.

Método

Diseño del estudio

Investigación cuasiexperimental de tipo analítico de corte longitudinal. Las variables dependientes fueron la condición física y el rendimiento específico. La variable independiente fue el programa de entrenamiento concurrente.

Muestra

Para este estudio se definió una muestra no probabilística intencional por conveniencia, que estuvo conformada por doce nadadores ($11,75 \pm 1,28$ años; hombres, $n= 10$; mujeres, $n= 2$) que participaron de forma voluntaria en la investigación. Se incluyeron en el estudio deportistas con experiencia de 3 años en el deporte; con participaciones en eventos de natación a nivel local, regional y nacional; y no haber tenido cualquier tipo de lesión musculoesquelética en los últimos seis meses. Se obtuvo asentimiento y consentimiento informado por parte de los deportistas y tutores, tras haber recibido las orientaciones verbales y escritas de los procedimientos experimentales, riesgos asociados y beneficios. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Cauca (Colombia) con resolución VRI No. 34 de 2024. El estudio se ejecutó de conformidad con las directrices éticas de la Declaración de Helsinki, la Resolución 8430 del 4 de octubre de 1993 y la ley de protección de datos 1581 de 2012 de Colombia.

Procedimiento

Estudio de 14 semanas, con pretest y postest en la primera y última semana de intervención. Los test y protocolos se realizaron en el mismo lugar, bajo condiciones horarias y climáticas semejantes. Se evaluó la composición corporal, destrezas de la condición física y variables de rendimiento específico que permitieron determinar la capacidad aeróbica máxima (VAM).

Pruebas de referencia

Los protocolos se realizaron en tres días alternos con 48 horas de descanso entre pruebas con la finalidad de evitar la influencia de la fatiga. Los participantes siguieron la dieta habitual y se mantuvieron hidratados. Tras las mediciones antropométricas realizadas el primer día los participantes completaron pruebas de rendimiento neuromuscular a través del salto CMJ, ABK y DJ de 30 centímetros. Transcurridos 30 minutos, los deportistas hicieron pruebas de esfuerzos máximos con el objetivo de estimar el 3RM en sentadilla y press de banca.

El segundo día, las pruebas de potencia aeróbica fueron direccionadas por el test incremental de 20 metros de Course Navette. El tercer día se citó a los participantes en una piscina olímpica para realizar las pruebas de rendimiento específico.



Previo a la medición de los test, los nadadores realizaron un calentamiento general estandarizado de 30 minutos compuesto de ejercicios de movilidad articular, enfatizando en grupos musculares de hombro, cadera y tobillo. También se efectuaron estiramientos pasivos de corta duración de los distintos segmentos corporales. En las pruebas de rendimiento específico, el calentamiento fue en el agua, distribuido en una distancia de 1000 metros al 50% de la VAM, divididos en 400 metros estilo crol técnico, 300 metros patada con tabla y 300 metros brazada con pullboy (Nabaiji, Francia). Posterior a los esfuerzos, los deportistas realizaron recuperación activa de 500 metros en estilo crol técnico y estiramiento estático de los segmentos corporales.

Composición Corporal

La medición de la composición corporal fue registrada por un cineantropometrista nivel II certificado cuyo error técnico intra-observador es de 5,0% en pliegues y 1,0% para perímetros y diámetros. Este siguió los protocolos estandarizados del perfil restringido de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (Ros-Esparza et al., 2019). Los datos registrados fueron cuatro medidas básicas: masa corporal, talla, talla sentado y envergadura; ocho pliegues cutáneos: tricípital, subescapular, bicipital, cresta ilíaca, supraespinal, abdominal, muslo y pierna; seis perímetros: brazo relajado, brazo flexionado y contraído, cintura, cadera, muslo y pierna; y tres diámetros óseos: húmero, biestiloideo y fémur.

Para la medición del peso corporal, se utilizó una báscula de piso (Seca 750, Alemania), para la talla y la talla sentado un estadiómetro móvil portátil (Seca 213, Alemania), los pliegues, con el caliper (Slim Guide, EE. UU.), perímetros con la cinta métrica mecánica (Seca 206, Alemania) y los segmentos con el antropómetro corto de 16 centímetros (Cescorf, Brasil).

Potencia aeróbica

El test Course Navette de 20 metros con etapas incrementales de un minuto (20m-SRT) se utilizó para analizar el VO₂máx indirecto. Los participantes debían correr ida y vuelta cubriendo una distancia de 20 metros durante el mayor tiempo, la carga fue controlada por una señal acústica. Esta prueba tiene 20 etapas, la velocidad de inicio es 8,5 Km/h con un incremento de 0,5 Km/h por minuto. La prueba finaliza cuando el sujeto se detenía al alcanzar la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no lograba pisar la línea cuando se emitía la señal sonora. El cálculo del VO₂máx indirecto se desarrolló con la fórmula de Léger et al., (1988), para niños y jóvenes de 6 a 17,9 años.

$$\text{VO}_2\text{máx indirecto (ml/kg/min)} = 31,025 + (3,238 \times \text{VFA}) - (3,248 + E) + (0,1536 \times \text{VFA} \times E)$$

Donde se sustituye la velocidad final alcanzada (VFA) en la última etapa y la edad del deportista (E). La fiabilidad de la fórmula ha sido validada en estudios previos que garantizan la confiabilidad (García & Secchi, 2014; Huotari et al., 2022; León et al., 2015).

Rendimiento neuromuscular

Los participantes hicieron tres tipos de saltos verticales como el CMJ, ABK y DJ de 30 centímetros (Bosco et al., 1983). Se registraron tres ejecuciones de cada tipo de salto con el sensor fotoeléctrico OptoGait (Microgate, Bolzano, Italia), usado en estudios anteriores (Ašćić, 2024; Lasso-Quilindo et al., 2024; Patiño-Palma et al., 2022). Este dispositivo es un sistema de obtención óptica de datos compuesto por una barra óptica transmisora y receptora equipadas con 96 LEDs de precisión de 1/1000 de segundo (Microgate Srl, 2024). Se realizaron tres repeticiones con micropausas de un minuto entre cada ejecución y una macropausa de 3 minutos para cambiar de tipo de salto. Se utilizó el mejor salto para el análisis posterior.

-CMJ: Evalúa la fuerza explosiva, el reclutamiento de unidades motoras, así como la coordinación intra e intermuscular. Para la ejecución, se les pidió a los deportistas que comenzaran en posición de pie, con las manos sujetas a las caderas. A continuación, desde la posición inicial, los sujetos realizaron un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, creando un ángulo de 90°, para posteriormente realizar un salto vertical máximo (Garrido-Chamorro et al., 2012).

-ABK: Mide el componente contráctil, la capacidad de reclutamiento y sincronización de unidades motoras, el componente elástico y el reflejo. Los deportistas en posición erguida con los brazos extendidos por detrás del tronco, los cuales debían llevarse adelante y arriba en una oscilación vigorosa, coordinada

y sincronizada con el movimiento de flexo-extensión de rodillas, para realizar el salto vertical máximo (Garrido-Chamorro et al., 2012).

-DJ de 30 centímetros: Mide la capacidad del sistema neuromuscular de amortiguar la fuerza de impacto generada por la caída y transformarla en una respuesta explosiva para el salto vertical. El salto comenzó con los deportistas subidos en un step de 30 centímetros de altura, en posición erguida con las piernas extendidas y las manos sobre las caderas. Se les pidió que se dejaran caer hacia al suelo y, al contactar con este, realizaran un salto vertical.

Fuerza máxima

Se pidió a los deportistas que realizaran un ejercicio de sentadilla libre y press de pecho para la estimación de la fuerza máxima calculada en un test indirecto de 3RM equivalente al 93% de la 1RM (NSCA, 2016). Se tuvo en cuenta micropausas de 5 minutos entre repeticiones y una macropausa de 30 minutos entre ejercicio. Para el test incremental se utilizó una barra olímpica de 20 kg (Sportfitness, Colombia), discos de peso variado y un banco plano. Para asegurar la calidad del movimiento y considerar válida la sentadilla y el press de pecho se hicieron ejercicios de aproximación. Para la sentadilla libre los deportistas realizaron una flexo-extensión de rodillas hasta tocar con la zona glútea un banco ubicado posteriormente. Para el press de pecho, se iniciaba con los brazos extendidos para luego realizar una flexo-extensión de codos hasta que la barra tocara la zona pectoral. Los deportistas hicieron tres repeticiones con una carga inicial del 50% del peso corporal, luego se incrementaba el peso 5 kg o 10 kg en cada serie. Se consideró el peso máximo completado en las tres repeticiones, si no se lograba las ejecuciones por pérdida de la técnica o impedimento para movilizar la carga, se tuvo en cuenta las 3RM de la serie previa.

Rendimiento específico

Los nadadores realizaron pruebas de 50 y 100 metros natación en estilo crol en sesiones diferentes a la máxima velocidad de desplazamiento en el agua, la posición de salida fue desde fuera del agua. Estas pruebas se hicieron en una piscina olímpica climatizada (temperatura: 18 °C) de 50 metros de longitud. Durante las pruebas se registró la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) con el reloj (Coros, pace 2 pro). El tiempo fue registrado de forma manual con cronómetros digitales (Miyagi, M6380) por cuatro entrenadores con experiencia en natación. Los datos recopilados se usaron para estimar la VAM (m/seg), esto con el propósito de dosificar y monitorizar la carga de entrenamiento durante la periodización del entrenamiento siguiendo el principio de individualidad (Balasekaran et al., 2023).

Programa de entrenamiento

Los participantes completaron un programa de entrenamiento concurrente de 14 semanas distribuido bajo el modelo periodización clásica de Matveev, compuesto por 3 periodos, 5 etapas, 6 mesociclos y 14 microciclos, con 3 sesiones de entrenamiento semanales (42 sesiones) con una duración de 120 minutos cada unidad de entrenamiento. La periodización del entrenamiento fue basada en evidencia científica.

El programa de entrenamiento fue revisado y validado por un experto en investigación científica en ciencias del deporte y por un entrenador de natación con trayectoria de 10 años. Tras la evaluación, los expertos proporcionaron sugerencias, conduciendo a cambios y modificaciones pertinentes sobre la programación, tipos de ejercicios, intensidad y volumen de entrenamiento.

La carga de entrenamiento de la fuerza se distribuyó metodológicamente en cuatro fases: fuerza general, fuerza hipertrofia, fuerza máxima y fuerza resistencia. La carga de la potencia aeróbica fue distribuida con intervalos de alta intensidad (HIIT) de carácter largo; medio; corto; y muy corto, (Forteza de la rosa y Ramírez-Farto, 2007; Lasso-Quilindo et al., 2025; Lasso-Quilindo y Chalapud-Narváez, 2024; Ramos Parracá y Gómez-Mazorra, 2018; Ruiz-Tendero, 2012).

El entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia se realizó en la misma sesión (intra-sesión), iniciando con el entrenamiento de fuerza y finalizando con el de resistencia. En la Tabla 1 se muestra la programación de la carga de entrenamiento durante la intervención.

Tabla 1. Distribución de las sesiones de entrenamiento concurrente

Semana	Programación.
1	Pruebas de referencia – pretest.
	Entrenamiento de fuerza
	Entrenamiento de resistencia



2-4	Fuerza general: Eje: 3mmss, 3mmii, %1RM: >30-60%, rep: >15, sr: 4-6, mp: 1-2 min, map: 5min.	HIIT largo: Eje: rep \geq 400m crol, W: 2-3 min, %VAM: 70-80%, mp: 3min, Z: 2-3, fc: 165ppm, vol: 45-60min
5-6	Fuerza hipertrofia: Eje: 3mmss, 3mmii, %1RM: 70-80%, rep: 6-12, sr: 4-6, mp: 3-5 min, map: 5min.	
7-9	Fuerza máxima: Eje: 3mmss, 3mmii, %1RM: 80-85%, rep: 5-7, sr: 3-5, mp: 3-5 min, map: 5min.	HIIT medio: Eje: rep 100m-200m crol, W: 60-90 seg, % VAM: 70-90%, mp: 90seg-2 min, Z: 2-4, fc: 160-190 ppm, vol: 35-45 min.
10-11	Fuerza resistencia: Eje: 3mmss, 3mmii, %1RM: 50-60%, rep: 30-60, sr: 3-6, mp: 3-5 min, map: 5min.	HIIT corto: Eje: rep 50m-100m crol, W: 15-60 seg, %VAM: 90-95%, mp: 2-3 min, Z: 4-6, fc: >190 ppm, vol: 25-35 min
12-13		HIIT muy corto: Eje: rep \leq 50m crol, W: 8-15 seg, %VAM: 90-100%, mp: 2-3 min, Z: 6-7, fc: >190 ppm, vol: 25-35min
14	Pruebas de referencia - postest.	

Eje: Ejercicios; mmss: Miembros superiores; mmii: Miembros inferiores; %1RM: Porcentaje de la fuerza máxima; rep: Repeticiones; sr: Series; mp: Micropausa; map: Macropausa; W: duración de la carga; vol: Volumen sesión; Z: Zona de entrenamiento; fc: Frecuencia cardiaca; ppm: pulsaciones por minuto; m: Metros; min: Minutos; seg: Segundos; kg: kilogramos; VAM: Velocidad aeróbica máxima

Análisis de datos

Los datos se analizaron con el paquete estadístico del Software SPSS (V.24,0, licencia Corporación Universitaria Autónoma del Cauca). Para determinar la significación estadística, se estableció un valor de $p \leq 0,05$ para todas las variables. Se aplicó prueba de normalidad de Shapiro Wilks para determinar distribución normal de los datos. Se aplicó estadística inferencial con la prueba t-Student para la mayoría de las variables (Masa corporal, talla, talla sentado, envergadura de brazos, IMC, Masa Muscular, Masa ósea, Masa residual, masa adiposa, masa grasa, endomorfismo, mesomorfismo, ectomorfismo, VO2máx, tiempo de vuelo, altura, potencia, tiempo de prueba 50 y 100 metros crol), y la prueba de Wilcoxon para los componentes masa grasa, 3RM en sentadilla y press de banca.

Resultados

La tabla 2 presenta los resultados de los datos de las mediciones cineantropométricas, encontrándose diferencias estadísticamente significativas en las variables, esto es derivado del efecto del programa de entrenamiento específicamente en medidas básicas como talla sentado ($p=0,006$) y envergadura de brazos ($p=0,027$); en la composición corporal la masa muscular tuvo diferencias significativas ($p=0,023$), que está asociada a los aumentos de potencia y fuerza muscular (tabla 3). Las demás variables posterior a la intervención presentaron cambios numéricos, sin embargo, no fueron efectos significativos estadísticamente.

Tabla 2. Resumen datos cineantropometría.

Variable	Pre	Post	p
Medidas Básicas			
Masa Corporal (Kg)	43,89 \pm 9,37	43,60 \pm 10,34	0,522
Talla (cm)	150,81 \pm 9,92	151,33 \pm 10,18	0,115
Talla Sentado (cm)	79,48 \pm 5,04	79,89 \pm 4,89	0,006*
Envergadura de Brazo (cm)	152,55 \pm 11,16	152,83 \pm 11,00	0,027*
Composición Corporal			
IMC (kg/m ²)	19,32 \pm 3,06	18,96 \pm 3,32	0,079
Masa muscular Lee (kg)	48,43 \pm 6,21	49,88 \pm 7,37	0,023*
Masa ósea - Rocha (kg)	16,65 \pm 2,39	18,86 \pm 2,82	0,447
Masa Residual (%)	3,15 \pm 7,46	1,71 \pm 8,38	0,150
Masa Adiposa Kerr (%)	29,75 \pm 3,73	29,54 \pm 4,38	0,783
Masa Grasa Faulkener (%)	12,99 \pm 3,67	12,86 \pm 4,13	0,424 ^a
Masa Grasa Carter (%)	10,24 \pm 3,35	10,35 \pm 4,18	0,533 ^a
Somatotipo Heath - Carter			
Endomorfismo	3,08 \pm 1,36	2,90 \pm 1,41	0,185
Mesomorfismo	4,29 \pm 1,14	4,34 \pm 1,02	0,686
Ectomorfismo	2,99 \pm 1,56	3,19 \pm 1,69	0,095

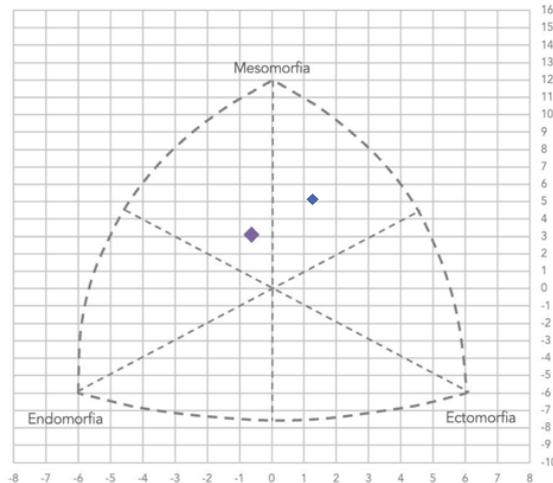
Pre: Pretest; Post: Postest; Cm: Centímetros; mm: Milímetros; Kg: Kilogramos; IMC: Índice de masa corporal; * $p \leq 0,05$; ^a: Prueba de Wilcoxon.

La figura 1 muestra la representación gráfica del somatotipo de los deportistas antes (color morado) y después (color azul) de la intervención. Inicialmente, los nadadores presentaban un somatotipo con predominancia mesomórfica. Sin embargo, tras 12 semanas de intervención mediante entrenamiento concurrente, se evidencia un desplazamiento del punto en la somatocarta hacia una zona con predominio mesomórfico y una tendencia hacia el componente ectomórfico, clasificando a los deportistas como



ecto-mesomorfos. Este resultado indica una mejora en la composición corporal, asociada con un incremento de la masa muscular y una reducción del tejido graso.

Figura 1. Representación gráfica somatotipo.



Fuente: Proforma Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK).

La Tabla 3 resume los resultados de la condición física inicial y final de los nadadores, mostrando una mejora significativa en la variable del VO₂máx (p=0,032). En cuanto a la potencia muscular, el CMJ, ABK y DJ, obtuvieron cambios significativos en el tiempo de vuelo, la altura y la potencia. En las variables de fuerza (3RM en sentadilla y 3RM en press de banca), los resultados mostraron un valor de p=0,001 para la sentadilla y p=0,006 para el press de banca. Resulta evidente, que para estos parámetros el programa de entrenamiento generó efectos positivos en las variables analizadas.

Tabla 3. Resumen datos condición física

Variable	Pre	Post	p
Potencia Aeróbica			
VO ₂ máx (mL·Kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	50,94 ± 3,67	51,97 ± 3,34	0,032*
Potencia neuromuscular			
Salto Contra Movimiento (CMJ)			
Tiempo de vuelo (seg)	0,40 ± 0,06	0,44 ± 0,04	0,005*
Altura (cm)	20,71 ± 6,85	23,99 ± 5,37	0,004*
Abalakov (ABK)			
Tiempo de vuelo (seg)	0,42 ± 0,08	0,46 ± 0,05	0,004*
Altura (cm)	22,85 ± 9,21	26,76 ± 7,19	0,006*
Drop Jump 30cm (DJ)			
Tiempo de vuelo (seg)	0,41 ± 0,05	0,45 ± 0,04	0,016*
Altura (cm)	21,65 ± 6,10	25,66 ± 5,62	0,022*
Potencia (w/kg)	16,66 ± 3,47	18,77 ± 2,52	0,050*
Fuerza			
3RM Sentadilla (kg)	40,41 ± 10,75	46,66 ± 11,74	0,001* ^a
3RM Press de Banca (kg)	19,58 ± 4,98	25,00 ± 7,07	0,006* ^a

Pre: Pretest; Post: Posttest; m: Metros; w: Watts; s: Segundo; Cm: Centímetros; mm: Milímetros; Kg: Kilogramos; mL: Mililitros; VO₂máx: Consumo máximo de oxígeno; * p<0.05; ^a: Prueba de Wilcoxon.

La Tabla 4 presenta los tiempos, en segundos, correspondientes al rendimiento específico durante las pruebas de 50 m y 100 m estilo crol.

Tabla 4. Resumen datos rendimiento específico en natación.

Variable	Pre	Post	p
50 m crol (seg)	47,13 ± 9,11	44,20 ± 10,24	0,004*
100 m crol (seg)	107,59 ± 19,06	98,82 ± 16,47	0,000*

Pre: Pretest; Post: Posttest; m: Metros; Seg: segundos; * p<0,05

Los resultados revelan una disminución estadísticamente significativa en los tiempos en ambas pruebas. Esto es evidente, debido a que con las mejoras obtenidas en las pruebas de potencia aeróbica y en los parámetros de fuerza, se optimiza el tiempo requerido para realizar los recorridos tanto para la distancia de 50 y 100 m en el agua.

Discusión

Los programas de entrenamiento concurrente generan cambios en variables de la condición física, como la fuerza, el metabolismo energético y los aspectos antropométricos, además de mejorar el rendimiento en natación, especialmente en parámetros cinemáticos y el desempeño atlético en el agua (Amara et al., 2023).

Después de 12 semanas, las características antropométricas presentaron cambios estadísticamente significativos en variables básicas de talla sentado y envergadura de brazos, siendo un componente idóneo en el rendimiento en natación (Corredor-Serrano et al., 2024). Estos hallazgos coinciden con los reportados por Morais et al., (2016), quienes también encontraron significancia estadística en la envergadura de brazos tras 40 semanas de intervención. Estos cambios pueden atribuirse a que los deportistas se encuentran en la etapa puberal, durante la cual ocurren transformaciones en la composición corporal, especialmente en el desarrollo óseo, que típicamente se manifiestan alrededor de los 12 años en mujeres y los 14 años en hombres (Cusminsky et al., 1993).

En relación con el somatotipo, se observa una diferencia estadística significativa en la masa muscular, cambios dados por la prevalencia del componente mesomórfico que es un gran contribuyente para vencer la resistencia al agua durante los desplazamientos en el medio acuático, realizar viraje y la salida por el reclutamiento de fibras musculares. Este tipo de somatotipo debe ser trabajado en la población dado que se evidencia aumento en la masa ósea que se articula con la ectomorfa que da soporte a la estructura muscular. Se evidencia reducción de masa grasa al final del estudio, relacionada con cambios al somatotipo endomórfico. La intervención provocó un aumento de la masa muscular magra, tal como se evidencia en estudios similares con deportistas avanzados y juveniles de natación (García-Manso et al., 2017; López et al., 2021; Petré et al., 2018). Sin embargo, tras la ejecución del postest, se observaron diferencias numéricas, pero no significativas, en variables como la masa corporal, talla, IMC, masa ósea, masa residual, masa adiposa y masa grasa. Resultados similares se encontraron en otro estudio (Aspines et al., 2009). La baja significancia en los cambios de la composición corporal podría atribuirse a la falta de control sobre la ingesta calórica de los alimentos durante la intervención.

El estudio demuestra que el entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia es efectivo para lograr una mejora significativa en el VO₂máx (pretest 50,94 mL·Kg·min, postest 51,97 mL·Kg·min; p=0,032). Este resultado es consistente con un estudio realizado en nadadores de medio fondo de 1500 metros, donde tras 8 semanas de entrenamiento se observaron mejoras en el consumo máximo de oxígeno (Hamdy Fayed Abdel, 2015). Además, otros autores (Jatmiko et al., 2024; Papadimitriou & Savvoulidis, 2017; Sarkar et al., 2023; Sperlich et al., 2010) sugieren que la implementación del método HIIT es efectivo para mejorar la potencia aeróbica en atletas principiantes y avanzados. Un estudio realizado por Petré et al., (2018) en ex atletas de rugby, analizó dos tipos de entrenamiento concurrente (fuerza más resistencia continua de alto volumen y fuerza más HIIT de bajo volumen), al finalizar la intervención, se observó una mejora significativa en el VO₂máx en el grupo que realizó fuerza más HIIT (pretest 53,4 mL·Kg·min, postest 55,1 mL·Kg·min). Estos resultados, comparados con los obtenidos en la presente investigación, y considerando que los participantes fueron nadadores infantiles, muestran cambios similares y permite tener un diagnóstico de proyección a futuro de los participantes.

Por otro lado, los resultados obtenidos en las variables de potencia muscular del tren inferior, evaluadas a través de los saltos CMJ, ABK y DJ de 30 centímetros, mostraron una mejora en el tiempo de vuelo y la altura. Además, en el DJ de 30 centímetros se evidenció una mejora significativa en la potencia (w/kg). Resultados reportados en otros estudios presentaron cambios semejantes; Garrido et al., (2010), tras una intervención de 8 semanas, observaron un aumento significativo en el rendimiento del CMJ (p<0,001) entre el pretest y el postest en el grupo experimental, mientras que en el grupo control los valores se mantuvieron sin cambios. Por su parte, Morais et al. (2016) demostraron mejoras en el rendimiento del CMJ en tres grupos de nadadores (avanzados, intermedios y principiantes) con edades entre 12 y 15 años tras un protocolo de 40 semanas.



Así mismo, Lopes et al. (2021) complementaron el entrenamiento en el agua con entrenamiento de fuerza, reportando una mejora del desempeño en el grupo experimental en el CMJ y el ABK al finalizar un protocolo de dos meses. Estos cambios pueden atribuirse al entrenamiento con sentadillas con cargas pesadas, el cual está asociado a un mayor rendimiento en los saltos, especialmente en el CMJ (Hartmann et al., 2012).

En la variable de fuerza máxima se produjo una mejora en las pruebas de 3RM en sentadilla (40,41 kg vs 46,66 kg) y press de banca (19,58kg vs 25,00kg). Así mismo se obtuvieron resultados positivos en las pruebas de rendimiento. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,004$) en la prueba de 50 metros donde el tiempo promedio paso de 47,13 vs 44,20 segundos. De igual manera, en la prueba de 100 metros los nadadores mostraron una mejora significativa ($p=0,00$), reduciendo la marca de 107,59 vs 98,82 segundos. Estudios anteriores, han demostrado una correlación entre la fuerza muscular máxima y el rendimiento en natación, indicando que los nadadores de élite transfieren aproximadamente el 50% de la fuerza y potencia desarrollada en tierra al empuje en el agua, mientras que los nadadores sub-élite logran transferir entre el 15 y el 20 % (Tan et al., 2021).

Por lo anterior, un estudio donde se acompañó la natación con dos tipos de entrenamiento (fuerza máxima y pliometría) reveló mejores tiempos parciales en 5, 15 y 25 metros, tras realizar sesiones de fuerza con sentadilla y peso muerto en nadadores menores de 17 años (Born et al., 2019). De manera consistente, autores informaron mejoras en el rendimiento de 25 (6,95%), 50 (3,97%) y 100 metros (4,34%) en estilo crol, posterior al incremento de la 1RM en press de banca, extensión de rodilla y sentadilla, en un grupo de nadadores que realizó entrenamiento concurrente (Garrido et al., 2010; López et al., 2021). Por otro lado, Amara et al. (2021) compararon la eficacia de tres tipos de entrenamiento de fuerza con diferentes volúmenes: bajo ($4 \times 3 \times 85\%$ 1RM), moderado ($4 \times 4 \times 85\%$ 1RM) y alto ($5 \times 5 \times 85\%$ 1RM), combinados con entrenamiento de resistencia en natación. Los resultados demostraron que los tres protocolos de entrenamiento de fuerza máxima fueron eficaces para el incremento de la 1RM tanto en la extensión de rodillas como en el press de banca, así como para disminuir el tiempo de 25 y 50 metros en nadadores masculinos.

En definitiva, diferentes investigaciones han aplicado el método de entrenamiento concurrente de diversas formas, lo que ha llevado a la literatura a reportar el fenómeno de interferencia. Este fenómeno, se ha planteado desde la hipótesis crónica y aguda. Esta primera sugiere que el tejido muscular enfrenta dificultades para adaptarse simultáneamente al entrenamiento de fuerza y resistencia, debido a un conflicto en los procesos de adaptación. Desde un enfoque fisiológico, este conflicto se debe a que los diferentes tipos de fibras musculares están especializadas en capacidades distintas: las fibras oxidativas son óptimas para el entrenamiento de resistencia, mientras que las fibras glucolíticas favorecen el desarrollo de la fuerza (Goyeneche-Leal y Mora-Pidghirney, 2020; Leveritt et al., 2013). En segunda instancia, la hipótesis aguda sostiene que el entrenamiento de resistencia genera una fatiga residual e inhibe las respuestas adaptativas del organismo. Esta inhibición se debe al agotamiento neuromuscular, el daño muscular y la disminución de las reservas de glucógeno en los tejidos, lo que afecta la capacidad del músculo para desarrollar tensión durante el entrenamiento de fuerza posterior. (Berryman et al., 2019; Flores-Zamora, 2020; Leveritt et al., 2013).

Desde el anterior planteamiento, es fundamental que los futuros investigadores que implementen este método comprendan el fenómeno de interferencia para integrar de manera efectiva el entrenamiento de fuerza y resistencia muscular. Por tal motivo, Chtara et al., (2008) menciona que el orden intra-sesión (misma sesión) del entrenamiento de fuerza y resistencia no produjo interferencias significativas entre estas dos capacidades. Sin embargo, si el objetivo es el desarrollo de la fuerza y la potencia, similar al de un entrenamiento convencional de fuerza, se recomienda realizar una inter-sesión (el mismo día), iniciando con el entrenamiento de fuerza y, tras 4-8 horas de descanso, realizar la sesión de resistencia (Goyeneche-Leal y Mora-Pidghirney, 2020; Mathieu et al., 2022; Sánchez-López y Rodríguez-Pérez, 2017). Por otro lado, el entrenamiento en intramicrociclo (días alternos) con periodos de descanso de 24 horas entre sesiones, tiene mejores resultados en cuanto a la hipertrofia, la velocidad de sprint y el aumento del $VO_2\text{máx}$ (Berryman et al., 2019; García Orea et al., 2016).

Por lo anterior, y con el propósito de evitar posibles interferencias y garantizar beneficios sobre la condición física y el rendimiento deportivo, se debe tener en cuenta la frecuencia semanal de entrenamiento. Los estudios demuestran que la frecuencia alta (4 a 6 días por semana) puede reducir las ganancias de fuerza, mientras que una frecuencia baja (2 a 3 días por semana) favorece el aumento de la



fuerza máxima, alcanzando valores semejantes obtenidos con un entrenamiento exclusivo de fuerza muscular. Asimismo, se destaca que la duración total del entrenamiento concurrente debe estar entre 6 y 21 semanas (Chtara et al., 2008; Flores-Zamora et al., 2017; García-Orea et al., 2016; García-Pallarés y Izquierdo, 2011; Goyeneche-Leal y Mora-Pidghirnay, 2020; Pinto et al., 2015; Sánchez-López y Rodríguez-Pérez, 2017).

El estudio presenta limitaciones. El tamaño de la muestra, así como la inclusión de atletas del género femenino fue pequeño. Junto a lo anterior, el protocolo de entrenamiento concurrente solo se aplicó en nadadores de velocidad, sería importante investigar los beneficios que podría ofrecer en nadadores de media y larga distancia. Por otro lado, el estudio solo incluyó ejercicios de fuerza en las extremidades superiores e inferiores del cuerpo, sería recomendable involucrar la fuerza y estabilidad de la zona media y evaluar sus efectos en el rendimiento específico. Otra limitación es que se evaluó un parámetro fisiológico ($VO_{2\text{máx}}$) de manera indirecta debido a la falta de equipos tecnológicos. Futuros investigadores deberían incluir más variables fisiológicas (concentración de lactato en sangre, la saturación de oxígeno, análisis bioquímicos de orina, niveles de cortisol salival, entre otros) y medirlas de manera directa. Aunque algunos cambios en la composición corporal y el somatotipo no alcanzaron significancia estadística, futuros estudios deberían considerar la influencia de la ingesta calórica, la implementación de periodos de intervención más prolongados y contar con participantes residentes en una institución para tener mayor control de las variables analizadas.

Finalmente, se destaca la importancia de complementar el entrenamiento de natación con ejercicios de fuerza. La periodización, programación y dosificación adecuada y controlada de la carga de trabajo con el método de entrenamiento concurrente ofrecen beneficios significativos sobre el rendimiento en pruebas de natación de velocidad. Se recomienda desde las implicaciones prácticas introducir este método de entrenamiento desde edades tempranas y extender la duración del protocolo para maximizar sus efectos. Sin embargo, los resultados expuestos en este estudio hacen parte de nadadores de estilo libre de 50 y 100 metros, por lo que no se pueden generalizar a otras distancias ni a nadadores de estilos como mariposa, pecho o braza.

Conclusiones

El entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia, implementado durante 14 semanas en nadadores infantiles de velocidad, produce mejoras significativas en algunas variables cineantropométricas como la talla sentado y envergadura de brazos, junto con la composición corporal en aumentos de la masa muscular que son factores esenciales para mejorar el rendimiento en natación. Asimismo, el incremento del $VO_{2\text{máx}}$, la fuerza máxima y la potencia neuromuscular contribuye a una mayor capacidad para realizar esfuerzos de alta intensidad durante las pruebas de 50 y 100 metros en estilo libre, lo que se refleja en la disminución del tiempo para cubrir estas distancias.

Agradecimientos

Proyecto Jóvenes Investigadores e Innovadores en el Departamento del Cauca, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Universidad del Cauca, Grupo de Investigación en Deporte y Movimiento Humano (GIDEMO), Club Tr1UNO, entrenador Rodrigo Burbano y en especial a los deportistas que hicieron parte de la investigación.

Financiación

Proyecto Jóvenes Investigadores e Innovadores del Departamento del Cauca 2024-2025, identificado bajo BPIN No 2020000100043 e ID 5645.



Referencias

- Álvarez-Collado, F. (2021). *Entrenamiento de fuerza, ¿Qué mejoras produce en el rendimiento de deportes de resistencia?* [Tesis, Universitas Miguel Hernández]. <https://acortar.link/UzgKqO>
- Amara, S., Barbosa, T. M., Negra, Y., Hammami, R., Khalifa, R., y 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). <https://doi.org/10.3390/ijerph181910261>
- Amara, S., Crowley, E., Sammoud, S., Negra, Y., Hammami, R., Chortane, O. G., Khalifa, R., Gaiied-Chotrane, S., y van den Tillaar, R. (2021). What is the optimal strength training load to improve swimming performance? A randomized trial of male competitive swimmers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22). <https://doi.org/10.3390/ijerph182211770>
- Amara, S., Hammami, R., Zacca, R., Mota, J., Negra, Y., y Gaiied 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>
- Ašćić, S. (2024). The effect of repeated countermovement jumps to failure on vertical jump performance. En University of Zagreb Faculty of Kinesiology (Ed.), *10^o International Scientific Conference on Kinesiology* (pp. 74–78). <https://acortar.link/NSEWoB>
- Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., y Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 357–365. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3763280/>
- Balasekaran, G., Loh, M. K., Boey, P., y Ng, Y. C. (2023). Determination, measurement, and validation of maximal aerobic speed. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31904-1>
- Berryman, N., Mujika, I., y Bosquet, L. (2019). Concurrent training for sports performance: The 2 sides of the medal. En *International Journal of Sports Physiology and Performance* (Vol. 14, Número 3, pp. 279–285). Human Kinetics Publishers Inc. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0103>
- Born, D.-P., Stöggel, T., Stöggel, S., Petrov, A., Burkhardt, D., Uthy, F. L., y Romann, M. (2019). *Analysis of Freestyle Swimming sprint start performance after maximal strength or vertical jump training in competitive female and male junior swimmers*. 323–331. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003390>
- Bosco, C., Luhtanen, P., y Komi, P. V. (1983). A Simple Method for Measurement of Mechanical Power in Jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 50, 273–282. <https://doi.org/10.1007/BF00422166>
- Cantrell, G. S., Schilling, B. K., Paquette, M. R., y Murlasits, Z. (2014). Maximal strength, power, and aerobic endurance adaptations to concurrent strength and sprint interval training. *European Journal of Applied Physiology*, 114(4), 763–771. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2811-8>
- Chtara, M., Chaouachi, A., Levin, G. T., Chaouachi, M., Chamari, K., Amri, M., y Laursen, P. B. (2008). Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1037–1045. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a4419>
- Corredor-Serrano, L. F., Arboleda-Franco, S. A., Manrique-Lenis, A. M., Aly Forero, S., y García-Chaves, D. C. (2024). Características cineantropométricas y rendimiento físico específico en triatletas amateur de media distancia. *Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 10(3), 586–602. <https://doi.org/10.17979/sportis.2024.10.3.11025>
- Cusminsky, M., Lejarraga, H., Mercer, R., Martell, M., y Fescina, R. (1993). *Manual de crecimiento y desarrollo del niño*. PALTEX Publications.
- Flores-Zamora, A. C. (2020). Referentes teóricos del entrenamiento combinado de resistencia y fuerza muscular en las carreras de distancias medias. *Mundo Fesc*, 10, 27–38. <https://acortar.link/0sX0im>
- Flores Zamora, A. C., Rodríguez Cedeño, E. M., y Rodríguez Blanco, Y. (2017). Adaptaciones fisiológicas al entrenamiento concurrente de la resistencia con la fuerza muscular. *Revista de la Facultad de Cultura Física de la Universidad de Granma*, 14(42), 1817–9088. <https://acortar.link/vaTdfK>

- Forteza de la Rosa, A., y Ramírez Farto, E. (2007). *Teoría, Metodología y Planificación del Entrenamiento deportivo de lo ortodoxo a lo contemporáneo* (Wanceulen).
- García, G. C., y Secchi, J. D. (2014). Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts Med Esport*, 49(183), 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2014.06.001>
- García-Manso, J. M., Arriaza Ardiles, E., Valverde, T., Moya Vergara, F., y Mardones Tare, C. (2017). Efectos de un entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia sobre carreras de media distancia. *Cultura, Ciencia y deporte*, 12, 221–227. <https://acortar.link/T5JjWS>
- García-Orea, G. P., Heredia-Elvar, J. R., Aguilera-Campillos, J., Da Silva-Grigoletto, M. E., y Del Rosso, S. (2016). Entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia: una revisión narrativa. *International Journal of Physical Exercise and Health Science for Trainers*, 2016(1), 1. <https://acortar.link/GYtxp>
- García-Pallarés, J., y Izquierdo, M. (2011). Strategies to optimize concurrent training of strength and aerobic fitness for rowing and canoeing. *Sports Med.*, 41(4), 329–343. <https://doi.org/10.2165/11539690-000000000-00000>
- Garrido-Chamorro, R., González Lorenzo, M., Expósito, I., Sirvent Belando, J., & García Vercher, M. (2012). Valores del test de Bosco en función del deporte. *PubliCE*. <https://acortar.link/vuHGbO>
- Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., Van Den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., y Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, 300–310. <https://www.jssm.org/hf.php?id=jssm-09-300.xml#>
- Girold, S., Jalab, C., Bernard, O., Carette, P., Kemoun, G., y Dugué, B. (2012). Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 497–505. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318220E6E4>
- González-Badillo, J. J., y Ribas-Serna, J. (2021). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Editorial INDE.
- Goyeneche-Leal, R. D., y Mora-Pidghirnay, C. A. (2020). *Aspectos generales de una revisión sistemática sobre el entrenamiento combinado e intermitente en deportes acíclicos* [Tesis, Universidad de Cundinamarca]. <https://acortar.link/XBrU4W>
- Hamdy Fayed Abdel, A. F. (2015). Effect of concurrent training (strength + endurance) on maximal oxygen uptake and record level of 1500m swimming for youth swimmers. *The International Scientific Journal of Physical Education and Sport Sciences*, 1, 42–51. <https://doi.org/10.21608/isjpes.2015.233283>
- Hartmann, H., Wirth, K., Klusemann, M., Dalic, J., Matuschek, C., y Schmidtleicher, D. (2012). Influence of squatting depth on jumping performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 3243–3261. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824ede62>
- Huotari, P., Gråstén, A., Huhtiniemi, M., y Jaakkola, T. (2022). Secular trends in 20 m shuttle run test performance of 14- to 15-year-old adolescents from 1995 to 2020. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 33(4), 495–502. <https://doi.org/10.1111/sms.14290>
- Jatmiko, T., Kusnanik, N. W., Nurhasan, N., Muhammad, H. N., y Purwoto, S. P. (2024). Increase of VO₂max after 8 weeks tuja shuttle run exercise for athletes in the 14-17 year age group. *Retos*, 55, 575–580. <https://doi.org/10.47197/retos.v55.103973>
- Lasso-Quilindo, C. A., y Chalapud-Narváez, L. M. (2024). High Intensity Interval Training (HIIT) in Paralympic Athletes. A narrative review. *Retos*, 51, 1431–1441. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101379>
- Lasso-Quilindo, C. A., Chalapud-Narvaez, L. M., Garcia-Chaves, D. C., Cristi-Montero, C., y Yañez-Sepulveda, R. (2025). Effect of 4 Weeks of High-Intensity Interval Training (HIIT) on VO₂max, Anaerobic Power, and Specific Performance in Cyclists with Cerebral Palsy. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(2), 102. <https://doi.org/10.3390/jfmk10020102>
- Lasso-Quilindo, C. A., Chalapud-Narváez, L. M., Medina-López, J. E., y García-Mantilla, E. D. (2024). Effects of HIIT on Physical Fitness and Sports Performance in 800 m and 1500 m Para Athletics Middle Distance Runners: A Case Study. *Retos*, 56, 707–717. <https://doi.org/10.47197/retos.v56.102365>
- Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., y Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>



- León, H. H., Ramírez, J. F., Sánchez, A., Salazar, J. D., Orjuela, L., y Anzola, S. V. (2015). Comparison of maximum lactate between course navette test and hofftest in soccer players at 2600 meters above sea level. *Journal of Human Sport and Exercise*, 10(1), 104–112. <https://doi.org/10.14198/jhse.2015.101.09>
- Leveritt, M., Abernethy, P. J., Barry Peter A Logan, B. K., Barry, B. K., y Logan, P. A. (2013). *Entrenamiento Concurrente de Fuerza y Resistencia: Una Revisión*. 2013. <https://acortar.link/02KSgf>
- Lopes, T. J., Neiva, H. P., Gonçalves, C. A., Nunes, C., y Marinho, D. A. (2021). The effects of dry-land strength training on competitive sprinter swimmers. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 19(1), 32–39. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.06.005>
- Mathieu, B., Robineau, J., Piscione, J., y Babault, N. (2022). Concurrent Training Programming: The Acute Effects of Sprint Interval Exercise on the Subsequent Strength Training. *Sports*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/sports10050075>
- Methenitis, S. (2018). A brief review on concurrent training: From laboratory to the field. En *Sports* (Vol. 6, Número 4). MDPI. <https://doi.org/10.3390/sports6040127>
- Microgate Srl. (2024). *OptoGate ¿Qué es?* <https://acortar.link/hQ2xGf>
- Morais, J. E., Silva, A. J., Marinho, D. A., Marques, M. C., y Barbosa, T. M. (2016). Effect of a specific concurrent water and dry-land training over a season in young swimmers' performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(3), 761–775. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868926>
- NSCA-National Strength y Conditioning Association. (2016). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Human Kinetics.
- Papadimitriou, K., y Savvoulidis, S. (2017). Does High Intensity Interval Training (HIIT), have an effect on young swimmers' performance? *J. Swimming Research*, 25, 20–28. <https://acortar.link/UZ-rcm0>
- Patiño-Palma, B. E., Wheeler-Botero, C. A., y Ramos-Parracé, C. A. (2022). Validation and reliability of the wheeler jump sensor for the execution of the countermovement jump. *Apunts. Educacion Fisica y Deportes*, 149, 37–44. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2022/3\).149.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2022/3).149.04)
- Petré, H., Löfving, P., y Psilander, N. (2018). Effect of two different concurrent training programs on strength and power gains in highly-trained individuals. En *Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 17). <https://acortar.link/KTQCwo>
- Pinto, S. S., Alberton, C. L., Cadore, E. L., Zaffari, P., Baroni, B. M., Fa', F., Lanferdini, F. J., Radaelli, R. G., Patri', P., Pantoja, P. D., Peyré -Tartaruga, L. A., Schoenell, M. C. W., Vaz, M. A., Luiz, A., y Krueel, F. M. (2015). Water-based concurrent training improves peak oxygen uptake, rate of force development, jump height, and neuromuscular economy in young women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1846–1854. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000820>
- Ramos-Parracé, C. A., & Gómez Mazorra, M. (2018). *Valoración de la condición física y prescripción del ejercicio físico*. Sello editorial Universidad del Tolima.
- Robineau, J., Babault, N., Piscione, J., Lacombe, M., y Bigard, A. X. (2016). Specific training effects of concurrent aerobic and strength exercises depend on recovery duration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 672–683. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000798>
- Rønnestad, B. R., Hansen, J., Hollan, I., y Ellefsen, S. (2015). Strength training improves performance and pedaling characteristics in elite cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine y Science in Sports*, 25(1), e89–e98. <https://doi.org/10.1111/SMS.12257>
- Ros-Esparza, F., Vaquero Cristóbal, R., y Marfell Jones, M. (2019). *Protocolo internacional para la valoración antropométrica*. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, ISAK.
- Ruiz-Tendero, G. (2012). *Manual de entrenamiento deportivo para el EEES: fundamentos, metodología y planificación*. Editorial Wanceulen. <https://acortar.link/dSStdH>
- Sabag, A., Najafi, A., Michael, S., Esgin, T., Halaki, M., y Hackett, D. (2018). The compatibility of concurrent high intensity interval training and resistance training for muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2472–2483. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1464636>
- Sammoud, S., Negra, Y., Chaabene, H., Bouguezzi, R., Moran, J., y Granacher, U. (2019). The effects of plyometric jump training on jumping and swimming performances in prepubertal male swimmers. *Journal of Sports Science y Medicine*, 18(4), 805. <https://acortar.link/YzOIWh>

- Sánchez-López, S., y Rodríguez Pérez, M. A. (2017). Estrategias para optimizar el entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia en el balonmano de élite. *e-balonmano: Revista de ciencias del deporte*, 13(1), 15–26. <https://acortar.link/uFu6u2>
- Sánchez-Mateos, y Castaño-Moreno, S. (2022). Efectos del entrenamiento de la fuerza en nadadores jóvenes de distancia corta. Una revisión sistemática (2017-2022). *Revista de Investigación en Actividades Acuáticas*, 6(12), 92–100. <https://doi.org/10.21134/riaa.v6i12.1941>
- Sarkar, S., Bandyopadhyay, A., Datta, G., y Dey, S. K. (2023). The effect of high-intensity interval training on hematological variables and lipid profiles in team game athletes. *Trends in Sport Sciences*, 30(4), 157–166. <https://doi.org/10.23829/TSS.2023.30.4-3>
- Siff, M. C., y Verkhoshansky, Y. (2004). *Superentrenamiento*. Editorial Paidotribo.
- Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P. L., Holmberg, H. C., y Mester, J. (2010). High-intensity interval training improves VO₂peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9-11-year-old swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 1029–1036. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1586-4>
- Staunton, C. A., Romann, M., Björklund, G., y Born, D.-P. (2024). Streamlining performance prediction: data-driven KPIs in all swimming strokes. *BMC Research Notes*, 17(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s13104-024-06714-x>
- Tan, J. Q. J., Lee, M. J. C., Boey, D., Lum, D., y Barbosa, T. M. (2021). The transfer of dry-land strength y power into thrust in competitive swimming. *Sports Biomechanics*. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1869815>
- World Aquatics. (2025). *Competition regulations*. <https://acortar.link/7v18iC>

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

Manuel Alejandro Gómez-Muñoz
Luz Marina Chalapud-Narváez
Cristian Alexis Lasso-Quilindo

manuel.gomez.m@uniautonomaa.edu.co
luz.chalapud.n@uniautonomaa.edu.co
cristianlasso96@gmail.com

Autor
Autor
Autor/traductor

