

Efecto de la fatiga generada por un entrenamiento de potencia aeróbica en el rendimiento en un rescate acuático

Effect of fatigue induced by aerobic power training on performance in water rescue

Recibido el 12 de enero de 2026 / Aceptado el 6 de febrero de 2025

DOI: <https://doi.org/10.24310/riccafd.15.1.2026.21917>

Ruibal-Lista, B^{1ADF}; Camacho-Alegre, P^{2ABC}; Díez-Fernández, P^{3BCD}; López-García, S^{2CEF}

¹ EUM Fray Luis de León. Universidad Católica de Ávila, España, brais.ruibal@frayluis.com

² Facultad de Educación. Universidad Pontificia de Salamanca, España, pcamachoal@upsa.es; slopezga@upsa.es

³ Departamento Biología Funcional. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad de Oviedo. España. diezpelayo@uniovi.es

Responsabilidades. (A Diseño de la investigación; B Recolector de datos; C Redactor del trabajo; D Tratamiento estadístico; E Apoyo económico; F Idea original y coordinador de toda la investigación)

Correspondencia: Pablo Camacho-Alegre: pcamachoal@upsa.es

RESUMEN

Objetivo: El entrenamiento aeróbico de alta intensidad mejora la forma física del socorrista acuático, pero puede inducir fatiga cuando se lleva a cabo antes de realizar un rescate acuático. Este estudio analiza el efecto de una sesión de entrenamiento aeróbico sobre el rendimiento en un rescate simulado. **Métodos:** Veinte socorristas profesionales realizaron dos rescates acuáticos de 200 metros con 72 horas de diferencia. Antes del segundo rescate, la mitad realizó un entrenamiento aeróbico de alta intensidad (GE), mientras que la otra mitad descansó (GC). Se midieron variables de tiempo, frecuencia cardíaca, lactato y percepción del esfuerzo. **Resultados:** En el primer rescate no se observaron diferencias entre grupos, excepto en el tiempo de extracción y tiempo total, siendo GE más rápido ($p < 0.01$). En el segundo rescate, tras realizar el entrenamiento, el GE mostró peores tiempos en algunas fases del rescate. El entrenamiento realizado mantuvo una intensidad del 80–95% de la FC máxima, confirmando su alta exigencia. **Conclusión:** Una sesión de entrenamiento aeróbico previa puede aumentar la fatiga y afectar negativamente el rendimiento en un rescate acuático posterior. Se recomienda planificar cuidadosamente las cargas en días laborales de los socorristas para evitar posibles riesgos operativos.

PALABRAS CLAVE: aptitud física, fatiga, rescate acuático, rendimiento físico, socorrismo, VO_{2max}

ABSTRACT

Objective: High-intensity aerobic training improves the physical fitness of lifeguards, but it may induce fatigue when performed prior to an aquatic rescue. This study examines the effect of an aerobic training session on performance during a simulated rescue. **Methods:** Twenty professional lifeguards performed two 200-meter aquatic rescues, separated by 72 hours. Before the second rescue, half of the participants completed a high-intensity aerobic training session (Experimental Group, EG), while the other half rested (Control Group, CG). Time variables, heart rate, blood lactate concentration, and perceived exertion were measured. **Results:** No differences were observed between groups in the first rescue, except for extraction time and total time, where EG was faster ($p < 0.01$). In the second rescue, after the training session, EG showed poorer performance in some phases of the rescue. The training session maintained an intensity of 80–95% of maximum heart rate, confirming its high physical demand. **Conclusion:** A prior aerobic training session can increase fatigue and negatively impact performance in a subsequent aquatic rescue. It is recommended that workload be carefully planned on lifeguards' workdays to avoid potential operational risks.

KEY WORDS: physical fitness, fatigue, water rescue, physical performance, lifeguarding, VO_{2max}

INTRODUCCIÓN

Los socorristas acuáticos son los responsables de garantizar la seguridad y el bienestar de los usuarios en entornos acuáticos como piscinas, playas y parques acuáticos (1). Su labor requiere una vigilancia constante, toma de decisiones rápidas y una elevada preparación física para actuar con eficacia ante emergencias que pueden surgir en cualquier momento (2,3).

Los socorristas suelen ser los primeros en intervenir en situaciones de emergencia acuática, y su capacidad de reacción y de ejecución de maniobras con un esfuerzo físico muy exigente puede ser el factor determinante entre un rescate exitoso y un desenlace fatal (4,5). Por todo esto, su formación no debe centrarse únicamente en los conocimientos técnicos y los protocolos de rescate, sino también en el mantenimiento de un nivel de condición física acorde con las exigencias reales de la profesión (6).

El proceso de rescate acuático suele dividirse en cuatro fases diferenciadas: entrada al agua, aproximación, traslado extracción del accidentado (7-9). Cada fase implica demandas fisiológicas distintas para el socorrista. Las fases de aproximación y traslado requieren especialmente resistencia cardiorrespiratoria (10-12), mientras que la fase de extracción, además, demanda fuerza y resistencia muscular, especialmente en el tren inferior (13,14).

Por esta razón, se ha determinado que los socorristas deben seguir programas de entrenamiento estructurados que combinan la resistencia cardiorrespiratoria y los ejercicios de fuerza, con el fin de desarrollar las capacidades físicas necesarias para la correcta realización de un rescate acuático (15).

El entrenamiento aeróbico de alta intensidad está ampliamente recomendado para mejorar la salud cardiovascular, incrementar el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) y optimizar el rendimiento en actividades y deportes de resistencia (16,17), Con respecto a esto, investigaciones recientes han demostrado que un esfuerzo aeróbico agudo y del alta intensidad puede inducir fatiga temporal, tanto central como periférica (18), que podría perjudicar el rendimiento físico posterior en tareas que requieran fuerza, potencia o coordinación (19,20).

La fatiga acumulada durante un entrenamiento puede, en un rescate posterior, retrasar el tiempo de reacción y reducir la eficiencia muscular, comprometiendo potencialmente la calidad y velocidad de este último. A pesar de la importancia práctica de esta cuestión, la literatura científica al respecto es limitada. La mayoría de los estudios se han centrado en identificar las cualidades físicas (13,21,22) y psicológicas (3) del socorrista.

Esto plantea una cuestión relevante sobre si una sesión de entrenamiento aeróbico, realizada antes de realizar un rescate acuático, podría afectar negativamente al rendimiento en el mismo. Además, considerando que muchos socorristas combinan sus turnos laborales con sesiones de entrenamiento dentro de la misma jornada, resulta fundamental conocer los efectos agudos del ejercicio sobre el rendimiento en rescates, a fin de optimizar las cargas y horarios de entrenamiento.

Por tanto, el objetivo principal de este estudio fue analizar el impacto de una sesión de entrenamiento aeróbico sobre el rendimiento en un rescate acuático simulado realizado por socorristas profesionales. Se pretende determinar si la fatiga post entrenamiento compromete el tiempo y la eficacia del rescate, aportando así evidencia científica que permita optimizar la planificación y periodización del entrenamiento físico en el ámbito del socorrismo.

MATERIAL Y METODOS

Diseño del Estudio

En el estudio participaron 20 socorristas profesionales inscritos en el registro oficial de socorristas acuáticos de Galicia. Los criterios de inclusión fueron que los participantes tuvieran entre 18 y 35 años y que se encontrasen en condiciones de tolerar el ejercicio planteado. Se contó con este número de participantes por muestra de conveniencia, ya que fueron los candidatos a un curso de reciclaje formativo, donde el número de alumnos/as máximo por curso es de 20.

Los criterios de exclusión fueron que los participantes no alcanzaran el nivel de prestaciones que garantice el ser capaz de tolerar la carga de esfuerzo que va a ser impuesto durante el estudio, problemas psiquiátricos, neurológicos o psíquicos que impidan la comprensión adecuada y el seguimiento del estudio o la existencia de patologías encontradas durante la exploración o durante la prueba que supongan o puedan suponer un riesgo para la salud.

El estudio obtuvo un informe favorable por parte del Servicio de Calidad de la EUM Fray Luis de León, adscrita a la Universidad Católica de Ávila. Todos los participantes firmaron un documento de consentimiento informado sobre la realización de las pruebas y la utilización posterior de los datos obtenidos. La investigación respetó las normas establecidas en la Declaración de Helsinki (23).

Procedimiento

El estudio se realizó en la Playa de Oza, perteneciente al Ayuntamiento de A Coruña (España). Todas las pruebas se llevaron a cabo en dos días, con 72 horas de diferencia entre ambos, entre las 10:00 y las 14:00 horas. Las pruebas se realizaron, en ambos días, con una temperatura ambiente de entre 17-20°C y con el mar en calma.

El estudio constó de 3 partes diferenciadas. En un primer momento, todos los socorristas realizaron un rescate acuático de 200 metros (Rescate₁). El segundo día, la mitad de los participantes realizaron un entrenamiento orientado al desarrollo de la potencia aeróbica (GE=10) y la otra mitad descansaron (GC=10). Los participantes fueron asignados a dos grupos de estudio: grupo experimental (GE) y grupo control (GC). La distribución se realizó mediante un procedimiento de asignación aleatoria simple, garantizando que todos los participantes tuvieran la misma probabilidad de ser incluidos en cualquiera de los dos grupos. Por último, una hora después de terminar el entrenamiento, todos los socorristas realizaron otro rescate acuático de 200 metros (Rescate₂).

Se realizaron mediciones antropométricas básicas de los participantes, incluyendo peso corporal y estatura, siguiendo procedimientos estandarizados. A partir de estas medidas se calculó el índice de masa corporal (IMC) como indicador descriptivo de la muestra.

El rescate acuático de 200 metros que constaba de: 20 metros de carrera y entrada al agua, 80 metros de nado de aproximación al accidentado, 80 metros de nado traslado del accidentado y 20 metros de extracción del accidentado a la arena, similar al realizado en estudios previos (13). Los socorristas que realizaron el entrenamiento llevaron a cabo una recuperación pasiva de 1 hora sin la ingesta de comida o bebida.

El entrenamiento de potencia aeróbica consistió en realizar 10 minutos de calentamiento autónomo, seis series de carrera en la arena y 6 series de nado libre, todas de 2 minutos de duración con 1 minuto de recuperación entre series.

Para asegurar una intensidad adecuada durante el entrenamiento, los socorristas utilizaron un pulsómetro diseñado para el entrenamiento en seco y en agua (Garmin Forerunner 735XT®) anotando la frecuencia cardíaca alcanzada tras cada serie. El porcentaje de frecuencia cardíaca a alcanzar en cada serie se estipuló entre el 80% y el 95% de la frecuencia cardíaca máxima teórica, obtenida con la fórmula de Tanaka et al (24).

Además, durante ambos rescates, se registró la concentración de lactato mediante muestras capilares utilizando un analizador portátil (Lactate Pro™ 2, modelo LT-1730, Arkray, Inc., Japón), y la percepción del esfuerzo, que se evaluó mediante la escala de Borg reducida de esfuerzo percibido (1 a 10).

Análisis Estadístico

Las estimaciones estadísticas se realizaron con el software estadístico SPSS (SPSS v.27, IBM Corporation, Nueva York, EE. UU.) para su posterior tratamiento. Los resultados de cada variable se expresaron en frecuencias absolutas y relativas (porcentajes) o en medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar), en función de la tipología de las variables.

Para analizar las diferencias entre el primer y segundo rescate, así como antes y después del entrenamiento, se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas con un factor intra-sujetos (Rescate: R1 vs. R2) y un factor inter-sujetos (Grupo: Experimental vs. Control).

Se examinaron los efectos principales de los dos factores, así como la interacción rescate \times grupo, para identificar posibles patrones diferenciales entre grupos. Además, se calcularon los tamaños del efecto mediante el estadístico η^2 (eta parcial al cuadrado) y se interpretaron siguiendo los criterios habituales: pequeño (≈ 0.01), medio (≈ 0.06) y grande (≥ 0.14). Este análisis permitió valorar de forma integrada si las diferencias en el rendimiento estaban causadas por la pertenencia del grupo, del entrenamiento, o de la combinación de ambos.

Cuando el ANOVA mixto mostró diferencias significativas, se realizaron análisis post hoc para precisar el origen de dichas diferencias. En función de la normalidad de los datos, se aplicaron pruebas t de Student para muestras relacionadas o para muestras independientes, o bien sus equivalentes no paramétricos, Wilcoxon Rank Test y U de Mann-Whitney, respectivamente. Para controlar el incremento del error de tipo I asociado a las comparaciones múltiples, los valores de p se ajustaron mediante la corrección de Bonferroni.

Para todas estas comparaciones se calcularon los tamaños del efecto con el objetivo de estimar la magnitud práctica de las diferencias observadas. En las pruebas paramétricas se empleó el estadístico d de Cohen, mientras que en las pruebas no paramétricas se utilizó el coeficiente r derivado del valor Z. La interpretación de los tamaños del efecto siguió los criterios habituales: pequeño

($d \approx 0.2$; $r \approx 0.1$), medio ($d \approx 0.5$; $r \approx 0.3$) y grande ($d \geq 0.8$; $r \geq 0.5$). Se estableció un nivel de significación $p < 0.05$.

RESULTADOS

La muestra total fue de 20 socorristas varones. La media de edad fue de $24,2 \pm 3,1$ años, la altura $178,3 \pm 6,2$ cm, el peso $75,0 \pm 7,6$ kg y el IMC $23,5 \pm 2,1$ kg/m². La frecuencia cardíaca en reposo fue de 58 ± 5 pulsaciones por minuto y la máxima teórica fue de 191 ± 3 pulsaciones por minuto.

Los resultados de los rescates, desglosados por grupos y momentos, pueden visualizarse en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de todas las variables analizadas en ambos rescates.

Variables	Grupo Control	95% CI	Grupo Experimental	95% CI	p valor
RT1 (s)	14,1 ± 1,8	12,8 – 15,4	12,3 ± 1,8	10,9 – 13,8	0.065*
AT1 (s)	60,7 ± 5,4	56,8 – 64,5	56,8 ± 4,4	53,4 – 61,1	0.100*
TT1 (s)	114,0 ± 9,2	107,2 – 120,6	111,0 ± 6,3	106,0 – 116,0	0.421*
ET1 (s)	38,2 ± 5,2	34,4 – 41,9	29,9 ± 5,8	25,4 – 34,4	0.005*
TTime1 (s)	227,9 ± 12,3	219,1 – 236,7	210,8 ± 10,4	201,8 – 217,8	0.003*
Distancia1 (m)	199,0 ± 5,2	196,1 – 203,5	198,0 ± 4,0	195,0 – 201,5	0.281*
FCMax1 (ppm)	183 ± 4	179 – 184	185 ± 4	181 – 187	0.078*
FCMed1 (ppm)	173 ± 5	169 – 176	175 ± 6	170 – 179	0.313*
LC1 (mmol.L ⁻¹)	17,1 ± 1,7	15,8 – 18,3	19,0 ± 1,8	17,5 – 20,3	0.031*
RPE1	8,3 ± 0,6	7,9 – 8,7	8,3 ± 0,5	7,9 – 8,6	0.930*
RT2 (s)	15,9 ± 4,0	13,0 – 18,7	12,8 ± 2,9	10,5 – 15,0	0.065**
AT2 (s)	60,2 ± 5,1	56,6 – 63,9	58,8 ± 6,9	53,4 – 64,1	0.182**
TT2 (s)	115,9 ± 7,7	110,3 – 121,4	113,5 ± 4,8	111,3 – 115,7	0.391**
ET2 (s)	37,0 ± 4,2	34,0 – 40,0	34,5 ± 5,0	30,6 – 39,4	0.315**
TTime2 (s)	228,0 ± 13,9	218,0 – 238,0	221,0 ± 13,1	221,6 – 230,3	0.259*
Distancia2 (m)	198,0 ± 6,0	193,9 – 202,0	199,0 ± 3,4	196,9 – 202,2	0.479*
FCMax2 (ppm)	184 ± 5	180 – 187	186 ± 4	183 – 188	0.161*
FCMed2 (ppm)	174 ± 6	167 – 175	177 ± 5	171 – 180	0.338*
LC2 (mmol.L ⁻¹)	16,9 ± 2,6	15,0 – 18,7	17,0 ± 2,5	15,1 – 18,9	0.898*
RPE2	8,2 ± 0,4	7,9 – 8,5	8,9 ± 0,3	8,6 – 9,1	0.004**

RT: Tiempo de Carrera; AT: Tiempo de Aproximación; TT: Tiempo de Traslado; ET: Tiempo de Extracción; TTIME: Tiempo Total; Distancia: Distancia recorrida; FCMax: Frecuencia cardíaca máxima alcanzada en el rescate; LC: Lactato post rescate; RPE: Escala de Esfuerzo Percibido. 1: Primer rescate; 2: Segundo rescate; s: Segundos; ppm: Pulsaciones por Minuto; mmol.L⁻¹: Milimoles de lactato en sangre.

*: prueba *t* para muestras relacionadas.

** : Wilcoxon Rank Test.

En **negrita** se muestran las comparativas con diferencias significativas.

En cuanto a las variables analizadas durante los rescates, se obtuvieron diferencias significativas en función del **rescate**: en los niveles de lactato (LC: $p=0.049$; $\eta^2_p=.207$) y la escala de esfuerzo percibido (RPE: $p=0.017$; $\eta^2_p=.292$); en función del **grupo**: en el tiempo de extracción (ET: $p=0.023$; $\eta^2_p=.269$) y el tiempo total (TTime: $p=0.022$; $\eta^2_p=.273$); y entre **rescate x grupo** en el tiempo de extracción (ET: $p=0.006$; $\eta^2_p=.365$); el tiempo total (TTime: $p=0.046$; $\eta^2_p=.229$); y la escala de esfuerzo percibido (RPE: $p=0.006$; $\eta^2_p=.364$) (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Resultados del ANOVA para las variables de rendimiento en ambos rescates.

Variables	Efecto	gl	F	p	η^2_p	Interpretación
RT	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	1.971	0.178	.104	Sin dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	0.826	0.315	.070	Sin dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	0.719	0.408	.041	Sin dif. significativas
AT	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	0.356	0.558	.021	Sin dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	1.458	0.244	.079	Sin dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	0.990	0.334	.055	Sin dif. significativas
TT	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	1.988	0.177	.105	Sin dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	0.902	0.355	.050	Sin dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	0.041	0.843	.002	Sin dif. significativas
ET	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	3.412	0.082	.167	Sin dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	6.253	0.023	.269	Dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	9.773	0.006	.365	Dif. significativas
TTIME	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	4.370	0.052	.204	Sin dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	6.396	0.022	.273	Dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	4.817	0.046	.229	Dif. significativas

RT: Tiempo de Carrera; AT: Tiempo de Aproximación; TT: Tiempo de Traslado; ET: Tiempo de Extracción; TTIME: Tiempo Total.

gl: Grados de libertad; F: estadístico F de Fisher-Snedecor; p: valor de significación; η^2_p : Eta cuadrado parcial.

Elaboración propia.

En **negrita** se muestran las comparativas con diferencias significativas.

Tras esto, los análisis post hoc (GC vs. GE), demostraron diferencias significativas en el primer rescate en favor del grupo experimental: en el tiempo de extracción (ET: $38,2 \pm 5,2$ vs. $29,9 \pm 5,8$ s; $p=0.005$; $d=1.50$) y el tiempo total (TTime: $227,9 \pm 12,3$ vs. $210,8 \pm 10,4$ s; $p=0.003$; $d=1.58$). Además, se encontraron niveles más elevados de lactato post rescate en este mismo grupo (LC: $17,1 \pm 1,7$ vs. $19,0 \pm 1,8$ mmol.L; $p=0.031$; $d=-1.08$).

En la comparativa del segundo rescate, solo se encontraron diferencias significativas en los niveles de esfuerzo percibido, inferiores en el grupo control (RPE: $8,2 \pm 0,4$ vs. $8,9 \pm 0,3$; $p=0.004$; $d=-1.58$).

Tabla 3. Resultados del ANOVA para las variables fisiológicas y de esfuerzo percibido en los rescates.

Variabes	Efecto	gl	F	p	η^2_p	Interpretación
HR	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	0.021	0.866	.001	Sin dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	3.139	0.094	.156	Sin dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	0.464	0.505	.027	Sin dif. significativas
HRmax	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	1.001	0.331	.056	Sin dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	4.014	0.061	.191	Sin dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	0.050	0.826	.003	Sin dif. significativas
LC	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	4.444	0.049	.207	Dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	1.421	0.250	.077	Sin dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	3.072	0.098	.153	Sin dif. significativas
RPE	Rescate (R1-R2)	(1, 18)	7.016	0.017	.292	Dif. significativas
	Grupo (GE-GC)	(1, 18)	2.612	0.124	0.133	Sin dif. significativas
	Rescate x Grupo	(1, 18)	9.739	0.006	.364	Dif. significativas

Heart Rate Mean; HRmax: Maximum Heart Rate; RPE: Rate of Perceived Exertion; LC: Lactate levels.

gl: Grados de libertad; F: estadístico F de Fisher-Snedecor; p: valor de significación; η^2_p : Eta cuadrado parcial.

Elaboración propia.

En **negrita** se muestran las comparativas con diferencias significativas.

Por último, no se observaron diferencias entre el primer y segundo rescate en el grupo control, algo que sí ocurrió en el grupo experimental, donde se observaron valores superiores en el tiempo de extracción (ET: $29,9 \pm 5,8$ vs. $34,5 \pm 5,0$ s; $p=0.001$; $d=-1.73$), el tiempo total (TTime: $210,8 \pm 10,4$ vs. $221,0 \pm 12,1$ s; $p=0.025$; $d=-0.91$), en los niveles de lactato post rescate (LC: $19,0 \pm 1,8$ vs. $17,0 \pm 2,5$ mmol.L; $p=0.026$; $d=0.90$) y en los niveles de esfuerzo percibido (RPE: $8,3 \pm 0,5$ vs. $8,9 \pm 0,3$; $Z=-2.43$; $p=0.015$; $r=-0.73$).

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran que una sesión de entrenamiento aeróbico intenso tiene un impacto significativo en el rendimiento físico de socorristas profesionales en un posterior rescate acuático simulado. Concretamente, se observó un aumento en el tiempo total del rescate, junto con una elevación de los parámetros fisiológicos relacionados con la fatiga, como los niveles de lactato post rescate y la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), lo cual sugiere que el estado de fatiga inducido por el ejercicio previo compromete la eficiencia operativa en intervenciones posteriores.

Este hallazgo resulta especialmente relevante si se considera que, en un contexto real, los socorristas pueden enfrentarse a situaciones de rescate tras haber realizado esfuerzos físicos previos de intensidad moderada o alta, ya sea en forma de tareas logísticas, recorridos de vigilancia prolongados o múltiples intervenciones consecutivas (8). En este sentido, los datos obtenidos respaldan la hipótesis de que el rendimiento en rescate no solo depende de las

capacidades técnicas del socorrista, sino también de su capacidad de mantener un rendimiento eficaz bajo condiciones de fatiga.

Diversos estudios en el ámbito de la fisiología del ejercicio han evidenciado que el ejercicio aeróbico intenso, especialmente cuando se supera el umbral anaeróbico, puede inducir un estado de fatiga que deteriora el rendimiento en actividades posteriores (25,26). En nuestro caso, la ejecución del rescate acuático, aunque breve, demanda una respuesta fisiológica exigente, que implica tanto el sistema aeróbico como anaeróbico (7,10,11,13), así como un control eficiente de la técnica y la respiración.

Además, desde una perspectiva biomecánica, el estado de fatiga puede comprometer la eficiencia de los movimientos en el agua, aumentar el riesgo de errores técnicos, y modificar los patrones de coordinación neuromuscular (27,28). Esto ha sido corroborado por investigaciones previas que destacan cómo la fatiga acumulada puede alterar la técnica de nado, disminuir la propulsión y aumentar el costo energético del movimiento acuático (29).

Por otro lado, uno de los aportes más destacados del presente trabajo es su aplicabilidad en la planificación del entrenamiento para socorristas. La mayoría de las recomendaciones de preparación física para salvamento acuático se basan en mejorar la condición física general (15), sin embargo, nuestros resultados sugieren que es igualmente importante diseñar sesiones que simulen intervenciones en condiciones de fatiga, con el objetivo de adaptar tanto el cuerpo como la mente del socorrista a escenarios más realistas.

En este sentido, la inclusión de entrenamientos con carga previa (por ejemplo, sesiones de carrera, nado o entrenamiento funcional) seguidos de simulacros de rescate o de RCP, podría mejorar la resistencia específica al esfuerzo y la capacidad de mantener la eficacia operativa en condiciones adversas (7,30).

Además, desde una perspectiva psicofisiológica, resulta interesante considerar el impacto de la fatiga en la toma de decisiones y en el control emocional del socorrista. Si bien este estudio no evaluó directamente dichos aspectos, investigaciones en el ámbito del rendimiento en contextos de emergencia han demostrado que la fatiga puede afectar negativamente la capacidad de concentración, la evaluación de riesgos y la ejecución de protocolos de seguridad (31,32).

Esto podría abrir una línea futura de investigación centrada en el análisis del componente cognitivo durante rescates realizados en condiciones de fatiga previa.

LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

En cuanto a las limitaciones del estudio, es necesario señalar que, si bien se utilizó un protocolo estandarizado para el estímulo aeróbico previo, no se

contemplaron las variaciones individuales en la tasa de recuperación ni el perfil fisiológico de cada participante.

Asimismo, el tamaño muestral, aunque representativo del perfil de socorrista profesional, podría ampliarse en futuros estudios para aumentar la potencia estadística de los resultados. Sería también relevante replicar el protocolo incluyendo diferentes tipos de estímulos previos (por ejemplo, intervalos de alta intensidad o entrenamiento con sobrecarga) para evaluar su impacto diferencial en el rendimiento de rescate.

Este estudio pone de manifiesto que la fatiga inducida por un entrenamiento con una orientación aeróbica previo a un rescate acuático puede comprometer el rendimiento de éste. Esto tiene importantes implicaciones tanto para el diseño de programas de formación como para la gestión de la carga de trabajo durante los turnos reales de vigilancia.

Los resultados obtenidos constituyen una base empírica sólida para replantear el enfoque de la preparación física en salvamento acuático, integrando elementos de entrenamiento específico bajo condiciones de fatiga controlada y progresiva.

En definitiva, considerar la fatiga previa como un factor de riesgo operativo y entrenar estrategias para mitigar su impacto puede marcar la diferencia en términos de supervivencia y éxito de la intervención en un rescate acuático.

REFERENCIAS

1. Venema AM, Groothoff JW, Bierens J. The role of bystanders during rescue and resuscitation of drowning victims. *Resuscitation*. 2010;81(4):434–9. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2009.12.012>
2. Koon W, Schmidt A, Queiroga AC, Sempsrott J, Szpilman D, Webber J, et al. Need for consistent beach lifeguard data collection: Results from an international survey. *Inj Prev*. 2021;27(4):308–15. <https://doi.org/10.1136/injuryprev-2020-043793>
3. Santiago P, Maia F, Santiago S, Duarte D, Teques P. Lifeguard performance skills: A systematic review. *Int J Aquat Res Educ*. 2022;13(4):1–11. <https://doi.org/10.25035/ijare.13.04.05>
4. Mooney M, O'Brien B, Cormack S, Coutts A, Berry J, Young W. The relationship between physical capacity and match performance in elite Australian football: A mediation approach. *J Sci Med Sport*. 2011;14(5):447–52. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.03.010>
5. Abralde JA, Fernandes RJ, Rodríguez N, Sousa A. Is rescuer cardiopulmonary resuscitation jeopardized by previous fatiguing exercise? *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(18):6668. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186668>
6. Queiroga AC, Barcala-Furelos R, Abelairas-Gomez C, García-Soidán JL. CPR quality reduced due to physical fatigue after a water rescue in a

- swimming pool. *Signa Vitae*. 2014;9(2):25–31. <https://doi.org/10.22514/SV92.112014.4>
7. Barcala-Furelos R, Abelairas-Gómez C, Romo-Pérez V, Palacios-Aguilar J. Effect of physical fatigue on the quality of CPR: A water rescue study of lifeguards' physical fatigue and quality CPR in a water rescue. *Am J Emerg Med*. 2013;31(3):473–7. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2012.09.018>
 8. Barcala-Furelos R, Szpilman D, Palacios-Aguilar J, Costas-Veiga J, Abelairas-Gómez C, Bores-Cerezal A, et al. Assessing the efficacy of rescue equipment in lifeguard resuscitation efforts for drowning. *Am J Emerg Med*. 2016;34(3):480–5. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2015.12.005>
 9. Abelairas-Gómez C, Barcala-Furelos R, Mecías-Calvo M, Rey-Eiras E, López-García S, Costas-Veiga J, et al. Prehospital emergency medicine at the beach: What is the effect of fins and rescue tubes in lifesaving and cardiopulmonary resuscitation after rescue? *Wilderness Environ Med*. 2017;28(2):176–84. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2017.01.007>
 10. Salvador A, Penteadó R, Lisboa F, Corvino RB. Physiological and metabolic responses to rescue simulation in surf beach lifeguarding. *J Exerc Physiol Online*. 2014;17(1):21–31.
 11. Prieto JA, Del Valle M, González V, Sanclement MAM, Hernández PN, Rodríguez JE, et al. Physiological response of beach lifeguards in a rescue simulation with surf. *Ergonomics*. 2010;53(9):1140–51. <https://doi.org/10.1080/00140131003606471>
 12. Kalén A, Pérez-Ferreirós A, Barcala-Furelos R, Fernández-Méndez M, Padrón-Cabo A, Prieto JA, et al. How can lifeguards recover better? A cross-over study comparing resting, running, and foam rolling. *Am J Emerg Med*. 2017;35(12):1887–91. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.06.010>
 13. López-García S, Ruibal-Lista B, Palacios-Aguilar J, Santiago-Alonso M, Prieto JA. Relationship between the performance in a maximum effort test for lifeguards and the time spent in a water rescue. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(7):3407. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073407>
 14. Barcala-Furelos R, Alonso-Calvete A, Lorenzo-Martínez M, Gómez-Reyes S, Padrón-Cabo A, Rey E, et al. Analysis of the Phases of Lifesaving as a Discriminative Element of Performance. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte*. 2023;23(92):42–53.
 15. United States Lifeguard Standards. United States lifeguard standards: An evidence-based review and report. *Int J Aquat Res Educ*. 2011;5:61–129.
 16. Thomas TR, Adeniran SB, Etheridge GL. Effects of different running programs on $\dot{V}O_2$ max, percent fat, and plasma lipids. *Can J Sport Sci*. 1984;9(2):55–62.
 17. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_2$ max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(4):665–71. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>
 18. Tornero-Aguilera JF, Jimenez-Morcillo J, Rubio-Zarapuz A, Clemente-Suárez VJ. Central and Peripheral Fatigue in Physical Exercise Explained: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(7):3909. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073909>

19. Fiorenza M, Hostrup M, Gunnarsson TP, Shirai Y, Schena F, Iaia FM, et al. Neuromuscular Fatigue and Metabolism during High-Intensity Intermittent Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51(8):1642–52. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001959>
20. Ribeiro N, Ugrinowitsch C, Panissa VLG, Tricoli V. Acute effects of aerobic exercise performed with different volumes on strength performance and neuromuscular parameters. *Eur J Sport Sci.* 2019;19:287–94. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1500643>
21. Reilly T, Wooler A, Tipton M. Occupational fitness standards for beach lifeguards. Phase 1: The physiological demands of beach lifeguarding. *Occup Med (Lond).* 2006;56(1):6–11. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqi169>
22. Sousa A, Fernandes R, Rodríguez N, Abraldes JA. Influence of a 100-m simulated in-water rescue on cardiopulmonary parameters. *Prehosp Emerg Care.* 2017;21(3):301–8. <https://doi.org/10.1080/10903127.2016.1254695>
23. World Medical Association. Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects. 2021. <https://www.wma.net/what-we-do/medical-ethics/declaration-of-helsinki/>
24. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37(1):153–6. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
25. O'Leary TJ, Collett J, Howells K, Morris MG. High but not moderate-intensity endurance training increases pain tolerance: a randomised trial. *Eur J Appl Physiol.* 2017;117(11):2201–10. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3708-8>
26. Skof B, Strojnik V. Neuromuscular fatigue and recovery dynamics following prolonged continuous run at anaerobic threshold. *Br J Sports Med.* 2006;40(3):219–22. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.020966>
27. Komar J, Leprêtre PM, Alberty M, Vantorre J, Fernandes RJ, Hellard P, et al. Effect of increasing energy cost on arm coordination in elite sprint swimmers. *Hum Mov Sci.* 2012;31(3):620–9. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.07.011>
28. Figueiredo P, Toussaint HM, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. Relation between efficiency and energy cost with coordination in aquatic locomotion. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(3):651–9. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2468-8>
29. Skorulski M, Stachowicz M, Kuliś S, Gajewski J. Accelerometric assessment of fatigue-induced changes in swimming technique in high performance adolescent athletes. *Sci Rep.* 2025;15(1):2409. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83310-w>
30. Díaz-Morón J, Sola-García E, Cárdenas-Cruz A, Parrilla-Ruiz FM, Cárdenas-Cruz DP, Gómez-Jiménez FJ. Diseño de un programa de entrenamiento físico específico para primeros intervinientes en soporte vital básico. *Actual Med.* 2017;102(801):67–70. <https://doi.org/10.15568/am.2017.801.or01>
31. Berastegui P, Jaspas M, Ghuysen A, Nyssen AS. Fatigue-related risk perception among emergency physicians working extended shifts. *Appl Ergon.* 2020;82:102914. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102914>
32. Marvin G, Schram B, Orr R, Canetti EFD. Occupation-Induced Fatigue and Impacts on Emergency First Responders: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(22):7055. <https://doi.org/10.3390/ijerph20227055>