Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios
e-ISSN: 3028-4074

Artículo científico de investigación

Monitorización de la carga interna y externa durante una sesión de entrenamiento en nadadores competitivos de Managua, Nicaragua

Monitoring of internal and external load during a training session in competitive swimmers from Managua, Nicaragua

Axell Martínez Lazo
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.
martinezaxell386@gmail.com; https://orcid.org/0009-0000-4529-0273

Recepción: 13 de julio de 2026
Aceptado: 06 de septiembre de 2026
Publicado: 30 de septiembre de 2026

¿Cómo citar este artículo?
Martínez Lazo, A. (2026). Monitorización de la carga interna y externa durante una sesión de entrenamiento en nadadores competitivos de Managua, Nicaragua. *Revista Científica Horizontes Multidisciplinarios, 3*(3), 208-220. https://doi.org/10.65705/RHOMU.v3i3.139.

Copyright: © 2026 Axell Martínez Lazo; Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar indicadores de carga interna y externa durante una sesión de entrenamiento en nadadores competitivos de Managua, Nicaragua. Se realizó un estudio observacional descriptivo con mediciones antes y después de una sesión habitual en 20 nadadores de 11 a 18 años. La exposición al entrenamiento se caracterizó mediante frecuencia semanal y duración habitual de las sesiones. Se registraron frecuencia cardíaca, presión arterial y lactato sanguíneo, percepción subjetiva del esfuerzo mediante Borg CR-10, bienestar mediante el cuestionario Wellness de Hooper y antecedentes musculoesqueléticos autorreportados. La frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y el lactato aumentaron significativamente tras la sesión ($p < 0,001$), mientras que la presión arterial diastólica no mostró cambios significativos ($p = 0,777$). La categoría de esfuerzo predominante fue "un poco duro". El 65,0 % refirió calidad del sueño mala o muy mala, el 70,0 % niveles de estrés altos o superiores y el 65,0 % dolor muscular alto o muy alto. El hombro fue la región musculoesquelética reportada con mayor frecuencia (45,0 %). Los hallazgos proporcionan una caracterización preliminar de las respuestas fisiológicas, perceptivas y de exposición al entrenamiento, y respaldan investigaciones longitudinales con una cuantificación más detallada de la carga externa.

PALABRAS CLAVE: natación competitiva; carga de entrenamiento; lactato sanguíneo; percepción del esfuerzo; bienestar.

ABSTRACT

To analyze indicators of internal and external training load during a training session in competitive swimmers from Managua, Nicaragua. A descriptive observational study was conducted with measurements taken before and after a typical training session in 20 swimmers aged 11 to 18 years. Training exposure was characterized by weekly frequency and typical session duration. Heart rate, blood pressure, and blood lactate levels were recorded, along with perceived exertion using the Borg CR-10, well-being using the Hooper Wellness Questionnaire, and self-reported musculoskeletal history. Heart rate, systolic blood pressure, and lactate levels increased significantly after the session ($p < 0.001$), while diastolic blood pressure did not show significant changes ($p = 0.777$). The predominant exertion category was "somewhat hard." 65.0% reported poor or very poor sleep quality, 70.0% reported high or higher stress levels, and 65.0% reported high or very high muscle soreness. The shoulder was the most frequently reported musculoskeletal region (45.0%). The findings provide a preliminary characterization of physiological, perceptual, and exposure responses to training, and support longitudinal research with more detailed quantification of external load.

KEYWORDS: competitive swimming; training load; blood lactate; perceived exertion; well-being.

INTRODUCCIÓN

La natación competitiva requiere una exposición repetida a sesiones de entrenamiento de diferente volumen e intensidad, capaces de generar respuestas fisiológicas y perceptivas que pueden variar considerablemente entre deportistas. Por ello, la monitorización de la carga de entrenamiento constituye una herramienta relevante para comprender la respuesta individual al ejercicio, orientar la planificación y valorar el equilibrio entre estímulo y recuperación (Halson, 2014; Bourdon et al., 2017; Mujika, 2017). Esta consideración resulta especialmente importante en deportistas adolescentes, en quienes factores como el crecimiento y la maduración pueden influir en la relación entre la carga aplicada y la respuesta al entrenamiento (Dudley et al., 2023).

La carga de entrenamiento comprende dos dimensiones complementarias. La carga externa representa el trabajo realizado por el deportista, mientras que la carga interna corresponde a la respuesta psicofisiológica generada por dicho trabajo (Impellizzeri et al., 2019). La carga externa puede caracterizarse mediante variables relacionadas con el volumen, la duración y la intensidad del entrenamiento, mientras que la carga interna puede valorarse a través de indicadores fisiológicos y perceptivos. En atletas adolescentes se han utilizado diversos métodos para monitorizar ambas dimensiones, entre los que destacan la duración del entrenamiento y la percepción subjetiva del esfuerzo como herramientas de aplicación práctica (Dudley et al., 2023).

Entre los indicadores fisiológicos de carga interna, la frecuencia cardíaca permite caracterizar la respuesta cardiovascular al ejercicio, mientras que la concentración de lactato sanguíneo aporta información sobre la respuesta metabólica asociada al esfuerzo. En nadadores entrenados, el lactato se ha utilizado para valorar respuestas fisiológicas y apoyar el seguimiento del entrenamiento (Pyne et al., 2001; Tanner & Gore, 2013). Sin embargo, estas medidas no reflejan por sí solas todas las dimensiones de la respuesta del deportista. La percepción subjetiva del esfuerzo y los cuestionarios de bienestar pueden complementar la información fisiológica mediante la valoración de aspectos como fatiga, recuperación, sueño, estrés y dolor muscular (Hooper & Mackinnon, 1995; Saw et al., 2016; Coyne et al., 2018; Kellmann et al., 2018).

Además de la respuesta aguda al entrenamiento, los problemas musculoesqueléticos representan una consideración relevante en la natación competitiva, especialmente en la región del hombro. Aunque diferentes variables relacionadas con el entrenamiento han sido propuestas como posibles factores asociados, la evidencia disponible indica que el dolor y las lesiones de hombro presentan una naturaleza multifactorial y que muchas de las asociaciones investigadas continúan siendo limitadas o inconsistentes (Feijen et al., 2020; McKenzie et al., 2023).

En Nicaragua se han desarrollado investigaciones relacionadas con otros componentes de la práctica deportiva y la natación, entre ellos aspectos nutricionales y antropométricos; sin embargo, la evidencia disponible sobre la monitorización conjunta de respuestas fisiológicas, percepción del esfuerzo, bienestar y características del entrenamiento en nadadores competitivos continúa siendo limitada. Disponer de información descriptiva en esta población puede aportar una base inicial para comprender su respuesta al entrenamiento y orientar investigaciones posteriores con diseños longitudinales y una cuantificación más detallada de la carga.

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue analizar indicadores de carga interna y externa durante una sesión de entrenamiento en nadadores competitivos de Managua, Nicaragua, mediante variables

fisiológicas, perceptivas y características del entrenamiento. De manera complementaria, se describieron el estado de bienestar y los antecedentes de problemas musculoesqueléticos de los participantes.

METODOLOGÍA

Se realizó un estudio observacional descriptivo con mediciones antes y después de una sesión habitual de entrenamiento, con el propósito de analizar indicadores de carga interna y externa en nadadores competitivos de Managua, Nicaragua. La muestra estuvo conformada por 20 nadadores competitivos, 13 hombres y 7 mujeres, con edades comprendidas entre los 11 y los 18 años. Se incluyeron deportistas federados que asistían regularmente a los entrenamientos y aceptaron participar voluntariamente. Se excluyeron aquellos que presentaban lesiones o condiciones médicas que impidieran realizar el entrenamiento habitual, así como quienes no completaron las evaluaciones establecidas.

Variables e instrumentos

Se registraron variables sociodemográficas, antropométricas y deportivas, entre ellas sexo, edad, especialidad, años de entrenamiento, frecuencia semanal y duración habitual de las sesiones, además de peso corporal, talla e índice de masa corporal.

La carga externa se caracterizó mediante la frecuencia semanal de entrenamiento y la duración habitual de las sesiones. Estas variables se consideraron indicadores descriptivos de la exposición habitual al entrenamiento y no una cuantificación directa de la carga externa específica de la sesión evaluada.

Como indicadores fisiológicos de respuesta al entrenamiento se registraron la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y diastólica y la concentración de lactato sanguíneo antes y después de la sesión. La frecuencia cardíaca se evaluó mediante pulsómetro; la presión arterial, con esfigmomanómetro aneroide y estetoscopio; y la concentración de lactato, mediante un analizador portátil Accutrend® Plus a partir de muestras de sangre capilar obtenidas del pulpejo del dedo. La percepción subjetiva del esfuerzo se evaluó mediante la escala de Borg CR-10 (Borg, 1998).

El estado de bienestar se valoró mediante el cuestionario Wellness de Hooper, considerando las dimensiones de calidad del sueño, estrés, fatiga y dolor muscular (Hooper & Mackinnon, 1995). Los antecedentes de lesiones y problemas musculoesqueléticos se recogieron mediante un cuestionario estructurado elaborado para la investigación y administrado a través de Google Forms.

Procedimiento

La recolección de datos se realizó en las instalaciones deportivas donde los participantes desarrollaban sus entrenamientos habituales. Inicialmente se aplicó el cuestionario para obtener la información sociodemográfica, deportiva y los antecedentes musculoesqueléticos. Posteriormente se efectuaron las mediciones antropométricas y fisiológicas previas al entrenamiento. El investigador principal realizó todas las mediciones siguiendo un protocolo previamente establecido.

Al finalizar la sesión se repitieron las mediciones de frecuencia cardíaca, presión arterial y concentración de lactato sanguíneo. Asimismo, se administraron la escala de Borg CR-10 y el cuestionario Wellness de Hooper.

Análisis estadístico y consideraciones éticas

Los datos se registraron, depuraron y codificaron en Microsoft Excel® y se analizaron mediante IBM SPSS Statistics versión 23. Las variables cualitativas se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes; las cuantitativas se expresaron mediante media, desviación estándar y valores mínimo y máximo.

La normalidad de las diferencias entre las mediciones previas y posteriores se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. La frecuencia cardíaca y la concentración de lactato, cuyas diferencias presentaron distribución normal, se compararon mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas. La presión arterial sistólica y diastólica se analizaron mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Se estableció un nivel de significación estadística de $p < 0,05$.

La participación fue voluntaria y se garantizó la confidencialidad de la información mediante la codificación de los datos y su utilización exclusiva con fines académicos y científicos. Se obtuvo consentimiento informado de los participantes o de sus representantes legales. El estudio no fue sometido a evaluación por un comité de ética institucional.

RESULTADOS

Características de los participantes y del entrenamiento

Participaron 20 nadadores competitivos, 13 hombres (65,0 %) y 7 mujeres (35,0 %), con una edad media de 14,2 ± 2,1 años. La muestra presentó un peso corporal medio de 56,2 ± 13,6 kg, una talla de 162,7 ± 10,2 cm y un índice de masa corporal de 21,0 ± 3,9 kg/m² (Tabla 1).

Tabla 1

Características antropométricas de los participantes (n = 20)

Variable	Media	DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	14,20	2,09	11	18
Talla (cm)	162,65	10,21	140	180
Peso (kg)	56,15	13,58	30	77
IMC (kg/m²)	21,00	3,89	15	28

Nota: DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

En cuanto a las características deportivas, predominó la especialidad de velocidad (70,0 %). Asimismo, el 80,0 % de los participantes acumulaba siete o más años de entrenamiento. La frecuencia habitual fue de seis sesiones semanales en el 70,0 % de la muestra, mientras que el 85,0 % refirió una duración habitual de dos horas por sesión (Tabla 2).

Tabla 2

Características deportivas y exposición habitual al entrenamiento (n = 20)

Variable	n	%
Especialidad		
Velocista	14	70,0
Medio fondo	3	15,0
Fondista	3	15,0
Años de entrenamiento		
4–6 años	4	20,0
7–8 años	7	35,0
≥9 años	9	45,0
Frecuencia semanal		
4 veces/semana	2	10,0
6 veces/semana	14	70,0
Todos los días	4	20,0
Duración habitual de la sesión		
2 horas	17	85,0
3 horas	3	15,0

Respuesta fisiológica antes y después del entrenamiento

Tras la sesión de entrenamiento se observaron incrementos estadísticamente significativos en la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y la concentración de lactato sanguíneo ($p < 0,001$).

La frecuencia cardíaca aumentó de 90,20 ± 15,91 lpm a 111,80 ± 21,44 lpm. La presión arterial sistólica pasó de 112,00 ± 12,81 mmHg a 126,00 ± 14,29 mmHg. La presión arterial diastólica mostró valores de 73,25 ± 13,21 mmHg antes de la sesión y 75,50 ± 13,17 mmHg después, sin diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,777$). La concentración de lactato sanguíneo aumentó de 2,88 ± 1,16 mmol/L a 8,21 ± 3,73 mmol/L (Tabla 3).

Tabla 3

Indicadores fisiológicos antes y después de la sesión de entrenamiento (n = 20)

Variable	Pre	Post	Δ (%)	p
Frecuencia cardíaca (lpm)	90,20 ± 15,91	111,80 ± 21,44	+23,95	<0,001
Presión arterial sistólica (mmHg)	112,00 ± 12,81	126,00 ± 14,29	+12,50	<0,001
Presión arterial diastólica (mmHg)	73,25 ± 13,21	75,50 ± 13,17	+3,07	0,777
Lactato sanguíneo (mmol/L)	2,88 ± 1,16	8,21 ± 3,73	+185,07	<0,001

Nota: los valores pre y post se expresan como media ± desviación estándar. Δ: variación porcentual respecto al valor previo. La frecuencia cardíaca y la concentración de lactato se analizaron mediante prueba t de Student para muestras relacionadas; las presiones arteriales sistólica y diastólica mediante prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Percepción del esfuerzo, bienestar y antecedentes musculoesqueléticos

En relación con la percepción subjetiva del esfuerzo, la categoría más frecuente fue "un poco duro", reportada por 9 participantes (45,0 %). El esfuerzo moderado y la categoría "duro" fueron señalados por 4 nadadores cada una (20,0 %).

Respecto al bienestar autorreportado, 13 participantes (65,0 %) calificaron la calidad del sueño como mala o muy mala. En cuanto al estrés, 10 nadadores (50,0 %) refirieron un nivel alto, mientras que un 20,0 % adicional se distribuyó entre las categorías muy alto y muy, muy alto. En la variable fatiga, el 35,0 % informó un nivel bajo y el 30,0 % un nivel alto. El dolor muscular fue calificado como alto o muy alto por el 65,0 % de la muestra (Tabla 4).

Tabla 4

Percepción subjetiva del esfuerzo y estado de bienestar (n = 20)

Variable/categoría	n	%
Percepción subjetiva del esfuerzo		
Reposo total	1	5,0
Suave	1	5,0
Esfuerzo moderado	4	20,0
Un poco duro	9	45,0
Duro	4	20,0
Muy duro	1	5,0
Calidad del sueño		
Muy, muy bueno	2	10,0
Muy bueno	1	5,0
Bueno	4	20,0
Malo	7	35,0
Muy malo	6	30,0
Nivel de estrés		
Muy, muy bajo	2	10,0
Muy bajo	1	5,0
Bajo	3	15,0
Alto	10	50,0
Muy alto	1	5,0
Muy, muy alto	3	15,0
Nivel de fatiga		
Muy bajo	1	5,0
Bajo	7	35,0
Regular	3	15,0
Alto	6	30,0
Muy alto	2	10,0
Muy, muy alto	1	5,0
Dolor muscular		
Muy, muy bajo	2	10,0
Bajo	5	25,0
Alto	6	30,0
Muy alto	7	35,0

En cuanto a los antecedentes musculoesqueléticos autorreportados, los problemas en el hombro fueron los más frecuentes y estuvieron presentes en 9 participantes (45,0 %). Las lesiones musculares fueron referidas por 4 nadadores (20,0 %), mientras que 2 participantes (10,0 %) reportaron dolor de espalda y otros 2 (10,0 %) problemas del miembro inferior. Tres participantes (15,0 %) no refirieron antecedentes de lesión o problemas musculoesqueléticos (Tabla 5).

Tabla 5

Antecedentes de lesiones y problemas musculoesqueléticos autorreportados (n = 20)

Tipo de problema	n	%
Hombro	9	45,0
Lesiones musculares	4	20,0
Dolor de espalda	2	10,0
Miembro inferior	2	10,0
Ninguno	3	15,0

Entre las causas atribuidas por los propios participantes a sus antecedentes musculoesqueléticos, los movimientos repetitivos y los movimientos bruscos fueron los motivos referidos con mayor frecuencia (30,0 % en ambos casos), seguidos de la falta de descanso (10,0 %) y el exceso de entrenamiento (5,0 %).

DISCUSIÓN

El presente estudio analizó indicadores de carga interna y externa durante una sesión de entrenamiento en nadadores competitivos de Managua, Nicaragua. Los principales hallazgos mostraron incrementos significativos en la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y la concentración de lactato sanguíneo después del entrenamiento, mientras que la presión arterial diastólica no presentó cambios significativos. La percepción subjetiva del esfuerzo se concentró principalmente en la categoría “un poco duro”, y una proporción importante de los participantes refirió calidad de sueño desfavorable, estrés elevado y dolor muscular. En conjunto, estos resultados ofrecen una caracterización preliminar de la respuesta fisiológica y perceptiva asociada al entrenamiento en esta muestra de nadadores adolescentes.

El incremento de la frecuencia cardíaca después de la sesión es compatible con una mayor respuesta cardiovascular posterior al ejercicio. La frecuencia cardíaca constituye una de las variables habitualmente empleadas para monitorizar la respuesta interna al entrenamiento, aunque su interpretación depende de factores como la intensidad del esfuerzo, el momento del registro y las características individuales del deportista (Halson, 2014; Bourdon et al., 2017). En el presente estudio, las mediciones fueron realizadas antes y después de la sesión, sin registro continuo durante el entrenamiento. Por tanto, los valores obtenidos deben interpretarse como una respuesta fisiológica puntual y no como una representación completa de la carga cardiovascular acumulada. Esta consideración resulta especialmente relevante en deportistas adolescentes, en quienes la edad, el crecimiento y el estado de maduración pueden modificar la respuesta a las cargas de entrenamiento (Dudley et al., 2023).

La presión arterial mostró un comportamiento compatible con la respuesta cardiovascular aguda esperada frente al ejercicio dinámico. La presión sistólica aumentó significativamente después de la sesión, mientras que la presión diastólica permaneció relativamente estable. Durante el ejercicio, el incremento del

gasto cardíaco favorece la elevación de la presión sistólica, mientras que la vasodilatación periférica contribuye a limitar variaciones importantes de la presión diastólica (American College of Sports Medicine, 2021). Sin embargo, dado que las mediciones se realizaron únicamente antes y después del entrenamiento, estos resultados deben considerarse indicadores de respuesta aguda y no una evaluación de la dinámica hemodinámica durante toda la sesión.

La concentración de lactato sanguíneo aumentó de 2,88 ± 1,16 mmol/L antes del entrenamiento a 8,21 ± 3,73 mmol/L después de la sesión. El lactato ha sido utilizado en natación como indicador de la respuesta metabólica al ejercicio y como apoyo para el seguimiento de la intensidad del entrenamiento (Pyne et al., 2001; Tanner & Gore, 2013). Los valores observados son consistentes con una respuesta metabólica elevada después de la sesión; no obstante, su interpretación debe realizarse con cautela. El estudio no dispuso de información sobre distancia total nadada, distribución de intensidades, número de series, ritmo de nado ni intervalo exacto entre el último esfuerzo y la toma de la muestra. En consecuencia, no es posible atribuir el incremento observado a un tipo específico de trabajo ni establecer que la sesión correspondiera a entrenamiento de tolerancia al lactato o potencia anaeróbica.

La percepción subjetiva del esfuerzo aportó información complementaria a las respuestas fisiológicas. La categoría "un poco duro" fue la más frecuente, seguida de las categorías moderada y dura. La escala CR-10 permite cuantificar la percepción subjetiva del esfuerzo experimentado por el deportista (Borg, 1998), y su utilización en el seguimiento del entrenamiento ha sido ampliamente descrita, particularmente a través de enfoques como el session-RPE (Foster et al., 2001). Asimismo, las medidas subjetivas pueden complementar los indicadores fisiológicos en la evaluación de la respuesta individual al entrenamiento (Saw et al., 2016). No obstante, en este estudio no se calculó session-RPE, por lo que los datos representan exclusivamente la valoración perceptiva posterior a la sesión y no una estimación cuantitativa de la carga interna acumulada.

Los resultados relacionados con el bienestar mostraron un perfil menos favorable que la percepción subjetiva del esfuerzo. El 65,0 % de los participantes calificó la calidad del sueño como mala o muy mala, el 70,0 % informó niveles de estrés alto o superiores y el 65,0 % refirió dolor muscular alto o muy alto. El seguimiento de variables como sueño, estrés, fatiga y dolor muscular ha sido utilizado para valorar el estado general del deportista y su recuperación (Hooper & Mackinnon, 1995; Kellmann et al., 2018), mientras que las medidas subjetivas han mostrado sensibilidad frente a cambios en la respuesta al entrenamiento (Saw et al., 2016). Sin embargo, debido a que el cuestionario de bienestar fue administrado después de la sesión, no puede determinarse en qué medida estas respuestas reflejaban el estado previo del nadador o fueron influenciadas por el entrenamiento realizado. Por tanto, estos datos deben interpretarse como una descripción del bienestar autorreportado en el momento de la evaluación.

En cuanto a la carga externa, la mayoría de los participantes refirió entrenar seis veces por semana y realizar habitualmente sesiones de dos horas. Estas variables permiten describir la exposición general al entrenamiento, pero no constituyen una cuantificación directa de la carga externa específica de la sesión estudiada. La distinción entre carga externa, entendida como el trabajo realizado, y carga interna, referida a la respuesta psicofisiológica generada por ese trabajo, resulta fundamental para interpretar adecuadamente las medidas de monitorización (Impellizzeri et al., 2019). En deportistas adolescentes, la literatura también señala la conveniencia de integrar medidas de volumen, duración e intensidad para lograr una caracterización más completa de la carga externa (Dudley et al., 2023). En consecuencia, la frecuencia semanal y la duración habitual utilizadas en este estudio deben entenderse como indicadores descriptivos de exposición al

entrenamiento y no como una medición exhaustiva de la carga externa.

Respecto a los antecedentes musculoesqueléticos autorreportados, el hombro fue la región afectada con mayor frecuencia. Este hallazgo es coherente con la relevancia clínica que presentan el dolor y los problemas de hombro en la natación competitiva. Aunque el volumen de entrenamiento y otras características de la práctica deportiva han sido propuestos como posibles factores asociados, la evidencia disponible indica que el dolor y las lesiones de hombro tienen una naturaleza multifactorial y que muchas de las relaciones descritas siguen siendo limitadas o inconsistentes entre estudios (Feijen et al., 2020; McKenzie et al., 2023; Kennedy et al., 2024). Por ello, los movimientos repetitivos y bruscos mencionados por los participantes deben interpretarse como causas atribuidas por ellos mismos y no como mecanismos etiológicos demostrados. La ausencia de diagnóstico clínico y de seguimiento prospectivo impide establecer relaciones causales entre las características del entrenamiento y los antecedentes musculoesqueléticos observados.

Desde una perspectiva aplicada, la combinación de medidas fisiológicas y perceptivas empleada en este estudio muestra que es posible obtener información complementaria sobre la respuesta al entrenamiento mediante procedimientos relativamente accesibles. En contextos deportivos con recursos limitados, la utilización combinada de frecuencia cardíaca, lactato, percepción subjetiva del esfuerzo y medidas de bienestar podría constituir una estrategia factible de seguimiento cuando estas herramientas se aplican de forma repetida y contextualizada. Sin embargo, los resultados del presente estudio no permiten concluir que estas medidas, por sí solas, optimicen el rendimiento, prevengan lesiones o eviten el sobreentrenamiento. La evaluación de estas posibles aplicaciones requiere diseños longitudinales que relacionen los cambios en la carga con respuestas posteriores de rendimiento, recuperación y salud musculoesquelética.

El estudio presenta varias limitaciones. En primer lugar, el tamaño muestral fue reducido y los participantes abarcaron un amplio rango de edad, entre 11 y 18 años, lo que introduce heterogeneidad relacionada con el crecimiento y la maduración biológica. Además, el análisis se limitó a una única sesión de entrenamiento, por lo que no permite establecer la evolución de las respuestas durante un microciclo, una fase de preparación o una temporada completa. La caracterización de la carga externa también fue limitada, ya que se basó en frecuencia semanal y duración habitual de las sesiones, sin disponer de distancia total nadada, distribución de intensidades, número de series o ritmo de nado.

Asimismo, la frecuencia cardíaca no se monitorizó de forma continua durante la sesión y no se contó con información precisa sobre el intervalo entre el último esfuerzo y la determinación del lactato. El cuestionario de bienestar fue administrado después del entrenamiento, lo que dificulta diferenciar entre el estado previo del deportista y una posible influencia inmediata de la sesión. Finalmente, los antecedentes musculoesqueléticos fueron obtenidos mediante autoinforme y no mediante diagnóstico clínico o seguimiento prospectivo, por lo que deben interpretarse exclusivamente como antecedentes referidos por los participantes.

A pesar de estas limitaciones, los resultados constituyen una primera aproximación descriptiva al análisis conjunto de variables fisiológicas, perceptivas y de exposición al entrenamiento en nadadores competitivos de Managua. Estos hallazgos justifican el desarrollo de estudios posteriores con muestras mayores, seguimiento longitudinal, medidas directas de carga externa, monitorización continua de la frecuencia cardíaca, protocolos estandarizados para la determinación del lactato y vigilancia prospectiva de los problemas musculoesqueléticos.

CONCLUSIONES

En esta muestra de nadadores competitivos de Managua, la sesión de entrenamiento evaluada se asoció con incrementos significativos en la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistólica y la concentración de lactato sanguíneo, mientras que la presión arterial diastólica no mostró cambios estadísticamente significativos. La percepción subjetiva del esfuerzo se concentró principalmente en la categoría "un poco duro", y una proporción importante de los participantes refirió calidad del sueño desfavorable, niveles elevados de estrés y dolor muscular. La frecuencia semanal y la duración habitual de las sesiones permitieron caracterizar de forma general la exposición al entrenamiento, mientras que el hombro fue la región musculoesquelética autorreportada con mayor frecuencia.

En conjunto, estos hallazgos proporcionan una caracterización preliminar de variables fisiológicas, perceptivas y de exposición al entrenamiento en nadadores competitivos de Managua. La integración de estas medidas puede contribuir a una valoración más amplia de la respuesta al entrenamiento; sin embargo, se requieren estudios longitudinales, con muestras mayores y una cuantificación más detallada de la carga externa, para establecer con mayor precisión su utilidad en el seguimiento del rendimiento, la recuperación y la salud musculoesquelética.

REFERENCIAS

American College of Sports Medicine. (2021). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Wolters Kluwer.

Borg, G. (1998). *Borg's perceived exertion and pain scales*. Human Kinetics.

Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 12*(Suppl. 2), S2-161–S2-170. https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0208

Coyne, J. O. C., Haff, G. G., Coutts, A. J., Newton, R. U., & Nimphius, S. (2018). The current state of subjective training load monitoring—a practical perspective and call to action. *Sports Medicine - Open, 4*(1), Article 58. https://doi.org/10.1186/s40798-018-0172-x

Dudley, C., Johnston, R., Jones, B., Till, K., Westbrook, H., & Weakley, J. (2023). Methods of monitoring internal and external loads and their relationships with physical qualities, injury, or illness in adolescent athletes: A systematic review and best-evidence synthesis. *Sports Medicine, 53*(8), 1559–1593. https://doi.org/10.1007/s40279-023-01844-x

Feijen, S., Tate, A., Kuppens, K., Claes, A., & Struyf, F. (2020). Swim-training volume and shoulder pain across the life span of the competitive swimmer: A systematic review. *Journal of Athletic Training, 55*(1), 32–41. https://doi.org/10.4085/1062-6050-439-18

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research, 15*(1), 109–115. https://www.ovid.com/jnls/nsca-jscr/abstract/00124278-200102000-00019~a-new-approach-to-monitoring-exercise-training

Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine, 44*(Suppl. 2), S139–S147. https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z

Hooper, S. L., & Mackinnon, L. T. (1995). Monitoring overtraining in athletes: Recommendations. *Sports Medicine, 20*(5), 321–327. https://doi.org/10.2165/00007256-199520050-00003

Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and external training load: 15 years on. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 14*(2), 270–273. https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0935

Kellmann, M., Bertollo, M., Bosquet, L., Brink, M., Coutts, A. J., Duffield, R., Erlacher, D., Halson, S. L., Hecksteden, A., Heidari, J., Kallus, K. W., Meeusen, R., Mujika, I., Robazza, C., Skorski, S., Venter, R., & Beckmann, J. (2018). Recovery and performance in sport: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 13*(2), 240–245. https://doi.org/10.1123/ijspp.2017-0759

Kennedy, J., Otley, T., Hendren, S., Myers, H., & Tate, A. (2024). Sink or swim? Clinical objective tests and measures associated with shoulder pain in swimmers of varied age levels of competition: A systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy, 19*(1), 1381–1397. https://doi.org/10.26603/001c.90282

McKenzie, A., Larequi, S.-A., Hams, A., Headrick, J., Whiteley, R., & Duhig, S. (2023). Shoulder pain and injury risk factors in competitive swimmers: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 33*(12), 2396–2412. https://doi.org/10.1111/sms.14454

Mujika, I. (2017). Quantification of training and competition loads in endurance sports: Methods and applications. *International Journal of Sports Physiology and Performance, 12*(Suppl. 2), S2-9–S2-17. https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0403

Pyne, D. B., Lee, H., & Swanwick, K. M. (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 33*(2), 291–297. https://doi.org/10.1097/00005768-200102000-00019

Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: Subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine, 50*(5), 281–291. https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758

Tanner, R. K., & Gore, C. J. (Eds.). (2013). *Physiological tests for elite athletes* (2nd ed.). Human Kinetics.

World Medical Association. (2025). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human participants. *JAMA, 333*(1), 71–74. https://doi.org/10.1001/jama.2024.21972

CONFLICTO DE INTERÉS

Ninguno.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD AUTORAL

Axell Emilio Martínez Lazo: Conceptualización; metodología; investigación; curación de datos; análisis formal; redacción del borrador original; revisión y edición; y aprobación de la versión final.