

RELACIÓN ENTRE LACTATO Y GLUCOSA DURANTE EL ENTRENAMIENTO DE ALTA INTENSIDAD EN NADADORES UTILIZANDO EL MÉTODO (USRPT)
RELATIONSHIP BETWEEN LACTATE AND GLUCOSE DURING HIGH INTENSITY TRAINING IN SWIMMERS USING THE (USRPT) METHOD

Autores: ¹Karina Gabriela Navarrete Dueñas y ²Elva Katherine Aguilar Morocho.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-1923-6731>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3008-7317>

¹E-mail de contacto: karina.navarreteduenas7060@upse.edu.ec

²E-mail de contacto: elva.aguilar@utm.edu.ec

Afiliación: ^{1*} Universidad Estatal Península de Santa Elena ^{2*} Universidad Técnica de Manabí (Ecuador)

Artículo recibido: 2 de Julio del 2024

Artículo revisado: 3 de Julio del 2024

Artículo aprobado: 6 de Agosto del 2024

¹Licenciatura en Educación Física y Deporte, especialización natación; Escuela Internacional de Educación Física y Deporte La Habana (Cuba) con 14 años de experiencia laboral en el ámbito deportivo.

² Licenciada en Administración de Empresas, obtenido en la Universidad Técnica de Machala (Ecuador), Magister en Entrenamiento Deportivo de la Universidad de las Fuerzas Armadas, (Ecuador) Doctora en Educación Física y Entrenamiento Deportivo, Beijing Sport University, (China). con 14 años de experiencia laboral, actualmente Docente Titular Principal 1 docente de pregrado y posgrado de la Universidad Técnica de Manabí

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar la relación entre los niveles de lactato y glucosa durante el entrenamiento de alta intensidad en nadadores, utilizando el método Ultra Short Race Pace Training (USRPT) con el fin de conocer las respuestas fisiológicas del organismo al entrenamiento. La investigación utilizó un diseño experimental, utilizando una muestra no aleatoria por selección intencionada con seis nadadores de entre 12 y 15 años. Durante tres semanas de entrenamiento USRPT, se midieron los niveles de lactato y glucosa en sangre al inicio y al final del entrenamiento. Las mediciones se realizaron con el analizador portátil Accutrend Plus para lactato y el glucómetro Accu-Chek para glucosa. Los tiempos de los nadadores se registraron y los fallos para evaluar el impacto del entrenamiento. La metodología incluyó un calentamiento de 700 metros y 20 repeticiones de 50 metros con un intervalo de 1 minuto trabajo/descanso. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete SPSS versión 27 y el test paramétrico t-Student para muestras emparejadas. Los resultados mostraron que los niveles de lactato aumentaron significativamente después del entrenamiento, con un promedio total de $9,63 \pm 2,75$ mmol/L, lo que refleja un alto esfuerzo y acumulación de lactato. En cambio, los niveles de glucosa no

mostraron diferencias significativas, manteniéndose en un promedio de $100,83 \pm 18,45$ mg/dL. En conclusión, el método USRPT induce una alta demanda reflejada en la acumulación de lactato, mientras que los niveles de glucosa no muestran cambios significativos. Estos hallazgos son cruciales para optimizar programas de entrenamiento.

Palabras clave: Lactato, Glucosa, USRPT, Natación, Entrenamiento.

Abstract

The objective of this study was to analyze the relationship between lactate and glucose levels during high-intensity training in swimmers, using the Ultra Short Race Pace Training (USRPT) method to understand the physiological responses of the body to the training. The research employed an experimental design, using a non-random sample by intentional selection with six swimmers aged between 12 and 15 years. During three weeks of USRPT training, blood lactate and glucose levels were measured at the beginning and end of the training period. Measurements were taken with the portable Accutrend Plus analyzer for lactate and the Accu-Chek glucometer for glucose. Swimmers' times and failures were recorded to evaluate the impact of the training. The methodology included a 700-meter warm-up and 20 repetitions of 50 meters with a 1-minute

work/rest interval. Statistical analysis was performed using the SPSS version 27 package and the parametric t-Student test for paired samples. The results showed that lactate levels increased significantly after training, with a total average of 9.63 ± 2.75 mmol/L, reflecting high effort and lactate accumulation. In contrast, glucose levels did not show significant differences, remaining at an average of 100.83 ± 18.45 mg/dL. In conclusion, the USRPT method induces a high metabolic demand reflected in lactate accumulation, while glucose levels do not show significant changes. These findings are crucial for optimizing training programs and improving swimmer performance.

Keywords: Lactate, Glucose, USRPT, Swimming, Training.

Sumário

O objetivo deste estudo foi analisar a relação entre os níveis de lactato e glicose durante o treinamento de alta intensidade em nadadores, utilizando o método Ultra Short Race Pace Training (USRPT), com o objetivo de conhecer as respostas fisiológicas do organismo ao treinamento. A pesquisa utilizou um desenho experimental, utilizando uma amostra não aleatória por seleção intencional com seis nadadores de 12 a 15 anos. Durante três semanas de treinamento USRPT, mediram-se os níveis de lactato e glicose no sangue no início e no final do treinamento. As medições foram realizadas com o analisador portátil Accutrend Plus para lactato e o glicosímetro Accu-Chek para glicose. Os tempos dos nadadores foram registrados e os erros para avaliar o impacto do treinamento. A metodologia incluiu um aquecimento de 700 metros e 20 repetições de 50 metros com um intervalo de 1 minuto trabalho/descanso. A análise estatística foi realizada utilizando o pacote SPSS versão 27 e o teste paramétrico t-Student para amostras emparelhadas. Os resultados mostraram que os níveis de lactato aumentaram significativamente após o treinamento, com uma média total de $9,63 \pm 2,75$ mmol/L, o que reflète um alto esforço e acúmulo de lactato. Em contrapartida, os níveis de glicose não

mostraram diferenças significativas, mantendo-se em uma média de $100,83 \pm 18,45$ mg/dL. Em conclusão, o método USRPT induz uma alta demanda refletida no acúmulo de lactato, enquanto os níveis de glicose não mostram mudanças significativas. Esses achados são cruciais para otimizar programas de treinamento.

Palavras-chave: Lactato, Glicose, USRPT, Natación, Treinamento.

Introducción

En el contexto del entrenamiento deportivo en el Ecuador, prevalece una tendencia predominante hacia la planificación tradicional de las sesiones de entrenamiento. Esta preferencia por métodos convencionales se atribuye, en gran medida, al desconocimiento o la falta de preparación adecuada de los entrenadores en relación con las técnicas modernas de entrenamiento deportivo.

La medición del lactato y los niveles de glucosa en sangre, técnicas críticas para ajustar la intensidad del entrenamiento y evaluar el estado energético del atleta, pueden mejorar significativamente los resultados deportivos al proporcionar datos objetivos. Sin embargo, muchos entrenadores locales no implementan estos métodos avanzados, limitando así la optimización del rendimiento y la alineación del entrenamiento con los objetivos de cada etapa del programa.

En el ámbito deportivo, existe un creciente interés científico en la interacción entre los niveles de lactato y glucosa durante el entrenamiento de alta intensidad en natación, específicamente utilizando el método de entrenamiento Ultra Short Race Pace Training (USRPT). Evaluar esta relación es crucial para determinar la eficacia del entrenamiento de natación de alta intensidad y su impacto en la respuesta metabólica al ejercicio en el organismo (Pinazzo Rodríguez, 2004)

El monitoreo de la glucosa es fundamental durante el ejercicio de alta intensidad, ya que tanto la glucosa como el glucógeno muscular son esenciales para la contracción muscular. Autores como (Aguirre Rueda, 2020; Jacob, 2023; Peña Ibagón & Al, 2021) se centran en investigar los niveles de glucosa en sangre durante esfuerzos máximos. Dado que el entrenamiento agota las reservas de azúcar en los músculos, se recomienda la evaluación de los niveles de glucosa en la sangre tanto antes como después del ejercicio.

Autores como (Bowler M, 2022) realizaron un análisis del uso de monitores continuos de glucosa (MCG), los cuales proporcionan una abundante cantidad de datos en intervalos breves durante el entrenamiento. Este estudio sugiere que un control meticuloso de la disponibilidad de carbohidratos, mediante estrategias que involucran la ingesta de carbohidratos durante una carrera, podría mitigar la incidencia de hipoglucemia y sus síntomas clínicos asociados, mejorando potencialmente el rendimiento en la competición.

Además, (Parker L, 2019) destaca que el entrenamiento aeróbico como el de resistencia son beneficiosos para mejorar la hiperglucemia asociada con la diabetes tipo 2, debido en parte a cambios en el transporte y metabolismo de la glucosa en el músculo esquelético. El entrenamiento aeróbico tiene efectos más marcados que el de resistencia, posiblemente debido a factores como la duración, intensidad y experiencia previa en el entrenamiento.

A su vez (Yang & AL, 2020), mencionan que la disminución del lactato y la glucosa en sangre puede ser una señal de utilización eficiente de la oxidación de grasas y una mejor recuperación durante el ejercicio de baja intensidad. Además,

este tipo de ejercicio puede ser beneficioso para atletas con baja resistencia y la población en general, mejorando la resistencia y la recuperación mediante la activación de enzimas relacionadas con la oxidación de grasas

Se sugiere que concentraciones más altas o sostenidas de glucosa en sangre durante el ejercicio pueden indicar la efectividad de la ingesta de carbohidratos (CHO) para prevenir la hipoglucemia. Esto se debe a que los CHO proporcionan un suministro continuo de sustrato para la contracción muscular, lo que ayuda a evitar o reemplazar los suministros de glucógeno muscular agotados y apoya el almacenamiento de glucógeno hepático. (Karelis & Al, 2010; Rollo & Al, 2020)

También se encontró en el estudio (Consitt & AL, 2019) identificaron cambios asociados con la edad en el músculo esquelético que podrían ser contribuyentes a la resistencia a la insulina. Sin embargo, en adultos mayores con obesidad y/o diabetes tipo 2, el entrenamiento de resistencia o de resistencia puede inducir mejoras notables en la vía de la glucógeno sintasa y un aumento en el contenido de GLUT4, lo que conlleva a una mejora en su sensibilidad a la insulina.

Otros autores (Mihailescu & AL, 2021) estudiaron las adaptaciones al entrenamiento en nadadores jóvenes a lo largo de varias etapas. A través de pruebas psicológicas, monitoreo del entrenamiento y evaluaciones bioquímicas, se evidenció un aumento en la acumulación de lactato después del esfuerzo específico, lo cual sugiere una mejora en la capacidad anaeróbica. También observaron una disminución de los niveles de glucosa en sangre antes del esfuerzo, seguida de un aumento posterior, reflejando el impacto del esfuerzo y la capacidad de recuperación del organismo.

La optimización constante del rendimiento en natación se evidencia como un componente fundamental para los nadadores de élite. De acuerdo con (Cuenca, 2023) “Se logró una menor fatiga y una mejor recuperación durante el USRPT en comparación con el conjunto tradicional de alto volumen” en pocas palabras concuerdo con lo expuesto ya que se alcanza una menor fatiga y mejor recuperación durante los entrenamientos lo cual podría ser beneficioso para los nadadores.

La introducción del Ultra Short Race Pace Training (USRPT) por el Profesor (Brent S, 2016; Brent S, 2013; Rushall, 2018) ha marcado una revolución en el paradigma del entrenamiento en natación. Al centrarse en series de alta intensidad basadas en velocidades óptimas de competencias individuales, el USRPT ajusta las velocidades de entrenamiento según criterios específicos, su formato tiene como objetivo recorrer la máxima distancia acumulada al ritmo de la prueba para cada evento.

Acorde con los autores (Nugent & Al, 2019) y (Salgau & Al, 2019) consideran que el USRPT se presenta como un método de entrenamiento que puede integrarse de manera efectiva dentro de un programa de entrenamiento holístico y periodizado, conforme a la mencionado esto ayudara a los entrenadores a optimizar el entrenamiento, ser más novedoso y dinámico para los nadadores.

De acuerdo con (Papadimitriou & Al, 2023) en su investigación encontraron que la “velocidad en la natación es significativamente mayor en el USRPT en comparación con el HIIT, se encontraron concentraciones significativamente más bajas de lactato y glucosa en sangre USRPT”. En resumen, coincido plenamente con esta afirmación, ya que la reducción de la fatiga

y la mejora en la recuperación durante los entrenamientos podrían brindar ventajas sustanciales a los nadadores. Por otra parte, autores como (Enderica & Aguilar, 2024) hablan de lactato en entrenamiento de alta intensidad en altura y encuentran mejoras significativas en tiempos y mejoras en las pruebas de lactato.

Citamos a (Williamson & Al, 2020) en su estudio evaluaron los efectos del protocolo USRPT en atletas. “Los resultados revelaron un aumento significativo en los tiempos de sprint en comparación con el primer sprint, una concentración elevada de lactato en sangre, un cambio significativo en la percepción de esfuerzo y un perfil de frecuencia cardíaca sustancialmente alto, con una frecuencia cardíaca máxima promedio por minuto”. Estos hallazgos muestran que el USRPT, como un estilo de entrenamiento anaeróbico.

En este contexto, el presente estudio busca explorar la relación entre los niveles de lactato y glucosa, así como comprender cómo estas interacciones afectan los procesos metabólicos durante la natación bajo la metodología USRPT. La falta de comprensión sobre el método de entrenamiento USRPT podría restringir la eficacia de las estrategias y el rendimiento de los nadadores. Por tanto, investigar esta relación es esencial para avanzar en la comprensión de los mecanismos fisiológicos en el entrenamiento de alta intensidad, particularmente en la natación competitiva. El objetivo de este estudio es analizar la relación entre los niveles de lactato y glucosa durante el entrenamiento de alta intensidad en natación, empleando el método Ultra Short Race Pace Training (USRPT).

Materiales y Métodos

La población de este estudio es real, estuvo comprendida por nadadores que entrenan bajo la metodología USRPT en la piscina del Club Delfines. La muestra fue no aleatoria por selección intencionada, muestreo probabilístico constituida por 6 nadadores entre 12 a 15 años considerando la disponibilidad y la experiencia previa para garantizar representatividad.

Se aplicaron formularios de consentimiento informado de los padres o representantes legales de los atletas. Durante tres semanas de entrenamiento con el método (USRPT), se monitorizaron los niveles de lactato y glucosa en sangre en dos etapas: al inicio y al final del período de entrenamiento. Se realizó una evaluación inicial para determinar los tiempos actuales de los nadadores antes de implementar el entrenamiento de alta intensidad.

En este estudio se analizó los valores de las pruebas de lactato en sangre sé que se midió utilizando el analizador portátil Accutrend Plus, que proporciona resultados en un minuto (Roche, 2007) La glucosa en sangre se medirá con el glucómetro Accu-Chek, que ofrece resultados confiables en menos de 4 segundos (Roche, 2019), como indican Gygliola et Al. (2020).

Durante las sesiones de entrenamiento USRPT, los tiempos de los nadadores se registraron con un cronómetro y los datos se documentan en planillas específicas. Las mediciones permitieron evaluar el impacto del entrenamiento en los niveles de lactato y glucosa en sangre, proporcionando información crítica sobre la eficacia del método USRPT para mejorar el rendimiento de los nadadores. Este enfoque sistemático asegura la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo correlacional, ya que se buscó describir y analizar la relación entre los niveles de lactato y glucosa durante el entrenamiento USRPT en nadadores. Se empleó un diseño experimental controlado con una muestra de nadadores entrenados. Este diseño permitió la comparación de los resultados iniciales con aquellos obtenidos después de la implementación del entrenamiento.

Durante un periodo de tres semanas, se aplicó el entrenamiento de USRPT. En ese tiempo, se desarrollaron diversas capacidades de natación, en donde, se incorporó tres sesiones semanales de USRPT. Cada sesión incluye un calentamiento de 700 metros, seguido de 20 repeticiones de 50 metros con un intervalo de 1 minuto trabajo/descanso.

El protocolo requiere que las repeticiones se realicen al máximo esfuerzo, con descansos breves, utilizando el ritmo específico de cada nadador para la prueba de 200 metros. Los nadadores pueden fallar un máximo de tres veces. Después de cada fallo, deberán descansar durante dos repeticiones antes de continuar con el entrenamiento. Si un nadador falla dos veces seguidas o alcanza el tercer fallo, terminará el entrenamiento y pasará a una fase de afloje para prepararse para la etapa de recuperación.

El procesamiento de la información fue realizado a través del paquete estadístico SPSS versión 27. En cuanto al análisis estadísticos se realizaron tablas frecuencia absolutas y relativas, y análisis descriptivos. Asimismo, el test paramétrico t-Student para 2 muestras emparejadas.

Resultados y Discusión

En el análisis descriptivo de los resultados clínicos del lactato se observó; muestras antes de iniciar las prácticas, el menor valor promedio

en la semana 3 y fue de $3,85 \pm 1,69$ mmol/L, con valores máximo y mínimo de 8,3 y 3,3 mmol/L respectivamente. Mientras que, el mayor valor medio se presentó en la semana 1 con registro de $4,91 \pm 1,90$ mmol/L y, valores máximo y mínimo de 8,6 y 2,9 mmol/L. En general, el valor promedio del lactato antes de las prácticas fue de $4,23 \pm 1,53$ mmol/L, con registros máximo y mínimo de 8,6 y 2,3 mmol/L sucesivamente. Y, un valor de mediana de 3,70 mmol/L el cual reveló que en el 50,0% de las prácticas, los deportistas registraron dicho valor o algún otro por debajo de él. En los valores después de las prácticas se observó en el lactato el mayor valor promedio en la semana 2, $10,53 \pm 1,41$ mmol/L, mientras que en la semana 1 se registró el menor valor promedio $8,79 \pm 3,49$ mmol/L. En resumen, el registro total medio observado de lactato después de las prácticas deportiva fue de $9,63 \pm 2,75$ mmol/L (tabla 1).

Por otra parte, en la glucosa antes de las prácticas se observó un mayor valor medio en la semana 1 $101,83 \pm 11,37$ mg/dL, mientras la menor observación se registró en la semana 3 $95,50 \pm 8,53$ mg/dL. En síntesis, la media general registrada en el valor clínico de la glucosa antes de iniciar las prácticas deportivas fue de $98,97 \pm 10,12$ mg/dL, con registros máximo y mínimo de 124 y 85 mg/dL respectivamente. El valor de mediana fue de 96,0 mg/dL la cual mostro que en el 50,0% de las prácticas, los deportista registros valores en glucosas iguales o inferiores a este. Asimismo, en la glucosa después se observó en la semana 1 el mayor promedio de las pruebas $106,08 \pm 23,49$ mg/dL, mientras en la semana 3 se registró el menor valor medio $97,25 \pm 17,64$ mg/dL. En síntesis, la glucosa en general registro un valor medio antes de $98,97 \pm 10,12$ mg/dL, mientras que después este registró en promedio un ligero incremento con un valor

medio de $100,83 \pm 18,45$ mg/dL y, valores máximo y mínimo de 160 y 64 mg/dL respectivamente.

En cuanto a los mejores tiempos registrados, todos presentaron los mismos valores medios $37,17 \pm 2,04$ segundos, con valores máximo y mínimo de 40 y 35 segundos respectivamente. Una mediana de 39,50 segundos, la cual expone que en el 50,0% y menos en las practicas los deportistas registraron en las distintas pruebas ese valor (39,50 seg) y menos (tabla 1).

En los fallos ocurridos en las diversas practicas se observó una menor incidencia media en la semana 1 con $1,25 \pm 1,22$ fallos por prácticas, mientras que los mayores fallos promedios ocurriendo en la semana 2 $1,83 \pm 1,11$ fallos. En general, ocurrieron en promedio $1,50 \pm 1,13$ fallo por prácticas, con valores máximo y mínimo de 3 y 0 fallos (tabla 1).

En las pruebas estadísticas se contrastaron hipótesis inferenciales para conocer si existían efectos diferenciados en el antes y después de las muestras clínicas del lactato y la glucosa. El test empleado fue diferencias de medias para 2 muestras emparejadas, a través del estadístico paramétrico t-Student, ya que las variables presentaron el comportamiento de una distribución normal.

En el test de diferencias medias en 2 muestras emparejadas las hipótesis que se contrastaron fueron hipótesis nula (H0): Las medias de la variable en estudio son iguales en el antes y después, mientras que la hipótesis alternativa (H1): Existen diferencias medias en la variable antes y después. El nivel de confianza fue de 95%.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de las variables cuantitativas

Variable	Momento		Estadísticos				
			Media (\pm Sd)	Mediana	Máximo	Mínimo	
Lactato - mmol/L	Semana 1	Antes	4,91 (\pm 1,90)	4,70	8,6	2,9	
		Después	8,79 (\pm 3,49)	10,65	14,8	4,3	
	Semana 2	Antes	3,93 (\pm 0,91)	3,30	5,9	2,8	
		Después	10,53 (\pm 1,41)	10,35	12,7	8,6	
	Semana 3	Antes	3,85 (\pm 1,69)	3,85	8,3	2,3	
		Después	9,58 (\pm 2,87)	9,10	13,1	4,4	
	Total	Antes	4,23 (\pm 1,59)	3,70	8,6	2,3	
		Después	9,63 (\pm 2,75)	10,35	14,8	4,4	
	Glucosa - mg/dL	Semana 1	Antes	101,83 (\pm 11,37)	98,50	124	88
			Después	106,08 (\pm 23,49)	126,00	160	74
Semana 2		Antes	99,58 (\pm 10,06)	96,00	116	84	
		Después	97,25 (\pm 17,64)	104,00	132	64	
Semana 3		Antes	95,50 (\pm 8,53)	96,50	117	87	
		Después	99,17 (\pm 13,15)	113,50	122	85	
Total		Antes	98,97 (\pm 10,12)	96,00	124	84	
		Después	100,83 (\pm 18,45)	115,00	160	64	
Tiempo - segundos		Semana 1		37,17 (\pm 2,04)	39,50	40	35
		Semana 2		37,17 (\pm 2,04)	39,50	40	35
	Semana 3		37,17 (\pm 2,04)	39,50	40	35	
	Total		37,17 (\pm1,98)	39,50	40	35	
Fallos	Semana 1		1,25 (\pm 1,22)	2,50	3	0	
	Semana 2		1,83 (\pm 1,11)	2,50	3	0	
	Semana 3		1,42 (\pm 1,08)	1,00	3	0	
	Total		1,50 (\pm1,13)	2,00	3	0	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se observó que la variable lactato resultó ser significativa estadísticamente en el antes y después, ya que los p-valores $< 0,05$, por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula (H_0) de igualdad en medias. Por consiguiente, esta presentó resultados diferenciados significativos en todas las semanas y en el total. Mientras que, la glucosa terminó siendo estadísticamente no significativa en las comparaciones medias, ya que los p-valores $< 0,05$. En consecuencia, se aceptó la hipótesis nula de igualdad en medias antes y después de la intervención.

En resumen, en el lactato durante la semana 1 se obtuvo un mayor valor promedio después de las prácticas con un registro de $8,79 \pm 3,49$ mmol/L con valores máximo y mínimo de 14,8 y 4,3

mmol/L respectivamente. Asimismo, en las semanas 2 y 3 se observó un mayor registro medio del lactato después de las prácticas, $10,53 \pm 4,41$ mmol/L y $9,58 \pm 2,87$ mmol/L respectivamente. Al mismo tiempo, el lactato total después de las pruebas presentó un mayor valor promedio $9,63 \pm 2,75$ mmol/L, con máximo y mínimo de 14,8 y 4,30 mmol/L sucesivamente. Asimismo, en las pruebas de la glucosa, que resultaron no significativas (p-valores $> 0,05$), se observó en el resumen total un mayor valor promedio en el después de la práctica $100,83 \pm 18,45$ mg/dL, con máximo y mínimo de 160 y 64 mg/dL (tabla 2).

Tabla 2. Contrastes de diferencia de medias en 2 muestras emparejadas de variables clínicas.

Variable	Momento	Estadísticos						p-valor ^a
		Antes			Después			
		Media (\pm Sd)	Máximo	Mínimo	Media (\pm Sd)	Máximo	Mínimo	
Lactato mmol/L	Semana 1	4,91 (\pm 1,90)	8,6	2,9	8,79 (\pm 3,49)	14,8	4,3	0,0040
	Semana 2	3,93 (\pm 0,91)	5,9	2,8	10,53 (\pm 4,41)	12,7	8,6	0,0001
	Semana 3	3,85 (\pm 1,69)	8,3	2,3	9,58 (\pm 2,87)	13,1	4,4	0,0001
	Total	4,23 (\pm1,59)	8,6	2,3	9,63 (\pm2,75)	14,8	4,3	0,0042
Glucosa - mg/dL	Semana 1	101,83 (\pm 11,37)	124	88	106,08 (\pm 23,49)	160	74	0,5405
	Semana 2	99,58 (\pm 10,06)	116	84	97,25 (\pm 17,64)	132	64	0,6833
	Semana 3	95,50 (\pm 8,53)	117	87	99,17 (\pm 13,15)	122	85	0,4377
	Total	98,97 (\pm10,12)	124	84	100,83 (\pm18,45)	160	64	0,5679

Nota. Sd. Desviación Estándar.
a. Prueba paramétrica t-Student para 2 muestras emparejadas, significancia estadística $p < 0,05$

Fuente: *Elaboración propia*

Los resultados de nuestro estudio proporcionan una perspectiva sobre la relación entre lactato y glucosa durante el entrenamiento de alta intensidad en nadadores utilizando el método USRPT (Ultra-Short Race-Pace Training).

Nuestro estudio encontró un promedio de errores de $1,50 \pm 1,13$ fallos por deportista en cada práctica. Este hallazgo es consistente con el trabajo realizado por (Rushall B, 2018; Rushall B, 2014), quienes reportaron que no completar el número máximo de repeticiones tiene implicaciones positivas, ya que el nadador está alcanzando el límite de resistencia al ritmo de carrera para ese día, y por otro lado significa que ha experimentado el estímulo principal, lo que sugiere que el método USRPT es eficaz para mantener la técnica bajo condiciones de estrés fisiológico.

El promedio de los mejores tiempos en nuestras prácticas deportivas fue de $37,17 \pm 1,98$ segundos. Este método ha demostrado ser eficaz para mejorar de la técnica sino también en el rendimiento cronométrico, lo que respalda su uso en entrenamientos de alta intensidad. La prevalencia de fallos en las diferentes prácticas deportivas fue del 72,22%. Este hallazgo sugiere una alta incidencia de errores durante el

entrenamiento, lo que podría deberse a la naturaleza extenuante del método USRPT. (Rushall B, 2018) también escribe que una alta prevalencia de errores en nadadores bajo condiciones de alta intensidad, lo que subraya la necesidad de ajustar la carga de entrenamiento para optimizar el rendimiento y minimizar errores técnicos.

El lactato mostró diferencias medias significativas antes y después del entrenamiento, con un mayor registro medio después de las prácticas ($9,63 \pm 2,75$ mmol/L). Según Rushall B, (2013), Cuenca, F. (enero-febrero de 2023) y Williamson, D., & Al, e. (2020) el USRPT es un método de entrenamiento se trabaja en el metabolismo anaeróbico. Estos hallazgos sugieren que el método USRPT induce una considerable carga metabólica ya que se registró hasta valores de 14,8 mmol/L, lo que puede coincidir con estudios de Williamson, D., & Al, e. (2020) lo cual puede ser beneficioso para la adaptación fisiológica.

Aunque la glucosa mostró un aumento medio después de las prácticas ($100,83 \pm 18,45$ mg/dL), las diferencias no fueron significativas. El estudio de (Papadimitriou & Al, 2023)

encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones del USRPT y HIT entre los protocolos de entrenamiento ($p < 0,05$). La respuesta glucosa parece ser menos pronunciada que la del lactato, lo que puede deberse a una eficiente regulación de la glucosa sanguínea durante el ejercicio de alta intensidad

Conclusiones

El promedio de errores en las prácticas deportivas fue de $1,50 \pm 1,13$ fallos por deportista en cada sesión, indicando un nivel de consistencia en la ejecución técnica durante el entrenamiento de alta intensidad.

Los mejores tiempos en las prácticas deportivas promediaron $37,17 \pm 1,98$ segundos por práctica, sugiriendo una mejora en la velocidad y eficiencia de los nadadores a lo largo del periodo de entrenamiento.

La prevalencia de fallos en las diferentes prácticas deportivas fue del 72,22%, lo que resalta la alta frecuencia de errores y su potencial impacto en el rendimiento deportivo.

Se observaron diferencias medias significativas en los niveles de lactato antes y después de las prácticas, con un incremento notable en los niveles medios de lactato post-entrenamiento, lo cual refleja el estrés metabólico y la demanda energética inducida por el entrenamiento de alta intensidad.

Los niveles de glucosa mostraron diferencias medias no significativas antes y después de las prácticas, aunque se registró un incremento medio post-entrenamiento de $100,83 \pm 18,45$ mg/dL. Esto sugiere una respuesta glucémica moderada al entrenamiento de alta intensidad, sin cambios sustanciales.

El lactato presentó un crecimiento superior al 100% después de la intervención, alcanzando

un valor promedio total de $9,63 \pm 2,75$ mmol/L, lo cual evidencia un alto grado de esfuerzo y acumulación de lactato como resultado del entrenamiento USRPT.

La glucosa después de la intervención mostró un incremento no significativo del 1,88%, manteniéndose en un registro medio de $100,83 \pm 18,45$ mg/dL. Este hallazgo indica que, aunque hay una respuesta glucémica al entrenamiento, ésta no es suficientemente pronunciada para ser significativa.

En resumen, los resultados sugieren que el entrenamiento de alta intensidad mediante el método USRPT induce una considerable acumulación de lactato, reflejando una alta demanda metabólica, mientras que los niveles de glucosa no experimentan cambios significativos. Esta información es crucial para optimizar los programas de entrenamiento y mejorar el rendimiento de los nadadores de élite

Referencias Bibliográficas

- Aguirre Rueda, D. (2020). El efecto agudo sobre niveles de glucemia en adultos mayores con el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 39(2), 1-9.
- Bowler M, (2022). El uso de monitores continuos de glucosa en el deporte: posibles aplicaciones y consideraciones. *Revista Internacional de Nutrición Deportiva y Metabolismo del Ejercicio*, 33(2), 121-132.
- Consitt, L., & AL, e. (3 de Noviembre de 2019). Impact of Endurance and Resistance Training on Skeletal Muscle Glucose Metabolism in Older Adults. *Nutrients*, 11(11), 2636. doi:10.3390/nu11112636
- Cuenca, F. (enero-febrero de 2023). Lower fatigue and faster recovery of ultra-short race pace swimming training sessions. *Research in sports medicine*, 31(1), 21-34. doi:10.1080/15438627.2021.1929227
- Enderica, F., & Aguilar, K. (2024). Duración óptima del entrenamiento de altitud para la

- Selección Nacional de Aguas Abiertas del Ecuador. *Sport TK-Revista EuroAmericana del Ciencias del deporte*.
- Gygliola Ormachea, P., (2020). Determinación de glucosa: El uso de glucómetros como prueba rápida de análisis. *Journal of the selva Andina Reaserach Society*, 11(1), 38-48.
- Jacob, N. (Mayo de 2023). Efectos de los protocolos de entrenamiento en intervalos de alta intensidad sobre los niveles de lactato en sangre y la cognición en adultos sanos: revisión sistemática y metarregresión. *Medicina Deportiva*, 53 (5), 977-991.
- Karelis, A., (1 de septiembre de 2010). Carbohydrate administration and exercise performance: what are the potential mechanisms involved? *Sport Medicine (Auckland.N.Z.)*, 40(9), 747-63. doi:10.2165/11533080-000000000-00000.
- Mihailescu, L., (23 de junio de 2021). Particularities of the changes in young swimmers' body adaptation to the stimuli of physical and mental stress in sports training process. *PeerJ*, e11659. doi:10.7717/peerj.11659
- Nugent, F., (7 de Octubre de 2019). Ultra-Short Race-Pace Training (USRPT) In Swimming: Current Perspectives. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 10, 133-144. doi: <https://doi.org/10.2147/oajsm.s180598>
- Papadimitriou, K., (2023). Comparison of Ultra-Short Race Pace and High-Intensity. *Sports*, 13.
- Parker E. (2019). Regulación del transporte y metabolismo de la glucosa del músculo esquelético mediante el entrenamiento con ejercicios. *Nutrienst*, 11, 24-32.
- Peña Ibagón, C., (2021). Relación entre los niveles de glucosa en sangre y fuerza máxima en una muestra de estudiantes universitarios. *Nutrición, Dietética y Clínica Hospitalaria*, 41(3), 64-78.
- Pinazzo Rodríguez, R. (2004). El lactato en sangre en deportistas Jóvenes y Adultos que realizan deportes cíclicos. *Revista científica multidimensional Magna Sapientia.*, 2(1), 34-42.
- Roche. (2007). Roche. Obtenido de Detección de factores de riesgo cardiovascular; Dispositivo Cobas Accutrend Plus Manual del Operador: <https://diagnostics.roche.com/global/en/products/instruments/accutrend-plus-ins-754.html>
- Roche. (2019). Medidor de Glucosa Accu Check Guide Innovación. Obtenido de Accu Check Guide Innovación: <https://www.accu-check.com.ec/medidores-de-glucosa/guide>
- Rollo, I., (Noviembre de 2020). Primary, Secondary, and Tertiary Effects of Carbohydrate Ingestion During Exercise. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(11), 1863-1871. doi:10.1007/s40279-020-01343-3.
- Rushall, B. (2013). Adapting to the USRPT format. Obtenido de Swimming science bulletin: <https://coachsci.sdsu.edu/swim/bullets/45b%20ADAPTING.pdf>
- Rushall, B. (1 de Septiembre de 2013). Swimming Science Bulletin. Obtenido de <https://coachsci.sdsu.edu/swim/bullets/45e%20UNDERSTANDING.pdf>
- Rushall, B. (4 de noviembre de 2014). Levels of fatigue in swimming. *Swimming science bulletin*, 1- 9. Obtenido de <https://coachsci.sdsu.edu/swim/bullets/46bL EVELS.pdf>
- Rushall, B. (14 de 03 de 2016). USRPT Defined: After two years USRPT comes of age. Obtenido de Swimming Science Bulletin: <https://coachsci.sdsu.edu/swim/bullets/table.htm>
- Rushall, B. (Junio de 27 de 2018). Step-By-Step USRPT Planning and Decision-Making Process and Examples of USRPT training sessions, microcycles, macrocycles, and technique instruction. *Swimming Science Bulletin*, 11, 12, 13. Obtenido de <https://coachsci.sdsu.edu/swim/bullets/47G UIDE.pdf>
- Rushall, B. (28 de junio de 2018). USRPT - Commonly asked questions and answers. Obtenido de Swimming Science Bulletin:

<https://coachsci.sdsu.edu/swim/bullets/47GUIDE.pdf>

Salgau, S., (2019). The impact of sprinting means on the improvement of aerobic work capacity in *Journal of Physical Education and Sport*, 2278 – 2282, 2019.

Williamson, D., (2020). Acute Physiological Responses to Ultra Short Race-Pace Training in Competitive Swimmers. *Journal of human kinetics*, 95-102. doi: <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0040>

Yang, W., (29 de Julio de 2020). Decreased Blood Glucose and Lactate: Is a Useful Indicator of Recovery Ability in Athletes? *International Journal of Environmental Research Public Health*, 17(15), 5470. doi:10.3390/ijerph17155470



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Karina Gabriela Navarrete Dueñas y Elva Katherine Aguilar Morocho.

