

Optimal duration of altitude training for the National Open Water Team of Ecuador

Duración óptima del entrenamiento de altitud para la Selección Nacional de Aguas Abiertas del Ecuador

Juan Fernando Enderica Salgado^{1*}, Elva Katherine Aguilar Morocho²

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador.

² Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

* Correspondence: Juan Fernando Enderica Salgado; juanfernandoenderica@gmail.com

ABSTRACT

The objective of the present research was to determine the importance of the permanence of four weeks of training at altitude by the National Open Water Team of Ecuador. Several time tests were carried out in different specific distances: 100, 200 and 800 meters' freestyle. In addition to these evaluations, lactic acid test was carried out, since it is the best indicator of physical effort, and can determine the dosage of load or intensity of work in athletes of high sports performance. For this research, 4 swimmers from the elite category were evaluated, with a training methodology where different types of training are developed to increase their capacities. The research design was exploratory-quantitative. The swimmers evaluated presented a significant improvement in the course of the weeks programmed in this study. It was concluded that the permanence of the 4 weeks of preparation at altitude contributed to the improvement of the completion times in the different distances, being the fourth week in which the swimmers improved all their records and the lactate tests.

KEYWORDS

Lactic acid; Altitude; Training; Permanence.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la importancia de la permanencia de cuatro semanas de entrenamiento en altitud por parte de la Selección Nacional de Aguas Abiertas del Ecuador. Se realizaron varias pruebas de tiempos en diferentes distancias específicas: 100, 200 y 800 metros estilo libre. Además de estas valoraciones se realizó la prueba de ácido láctico, ya que es el mejor indicador del esfuerzo físico, y permite determinar la dosificación de carga o intensidad de trabajo en

atletas de alto rendimiento deportivo. Para esta investigación fueron evaluados 4 nadadores de élite, con una metodología de entrenamiento donde se desarrollan los diferentes tipos de entrenamiento para aumentar sus capacidades. El diseño de la investigación fue de tipo exploratoria-cuantitativa. Los nadadores de la muestra presentaron una mejora significativa en el transcurso de las semanas programadas en esta investigación. Se concluyó que la permanencia de las 4 semanas de preparación en altitud contribuyó a la mejora de los tiempos de realización en las diferentes distancias, siendo la cuarta semana en la que los nadadores mejoraron en todos sus registros y en las pruebas de lactato.

PALABRAS CLAVE

Ácido Láctico; Altitud; Entrenamiento; Permanencia.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación hace referencia a la permanencia óptima en altitud de la Selección Nacional de Aguas Abiertas del Ecuador. Dentro de la natación de aguas abiertas existe un sin número de opciones para el entrenamiento, sea en piscina, lagos, mares, de los cuales pueden ser a nivel del mar, en la mayoría de los casos, y entrenamiento en altitud que reduce significativamente el campo de acción para estos entrenamientos.

Existen pocos lugares alrededor del mundo donde se practica la natación en altura, los mismos que tienen infraestructura idónea para que los nadadores puedan realizar su estancia de altura, sin embargo, la mayoría de entrenadores tienen su experiencia en los entrenamientos al nivel del mar, el entrenamiento de altura, hace algunos años atrás y en la actualidad, ha venido teniendo más fuerza y es de suma importancia dentro de la planificación del entrenamiento a nivel mundial, no solamente en la natación sino en varios deportes que lo ameriten.

El entrenamiento hipóxico, también conocido como entrenamiento en altura (entrenamiento a alturas sobre el nivel del mar), ha sido utilizado por atletas en deportes de resistencia para mejorar el rendimiento al nivel del mar. El rendimiento deportivo mejora cuando el oxígeno se transporta por todo el cuerpo hacia los músculos que trabajan. Cuanto más oxígeno pueda circular, más duro podrá trabajar su cuerpo (Park & Lim, 2017).

Por esta razón es importante saber qué tiempo de estancia deberían tener los nadadores (Pere, 2022), y si esta duración de estancia es beneficiosa para los cambios o mejoras de lactato para los nadadores. Dentro del entrenamiento de altitud muchas selecciones han recurrido a estos centros para preparar a sus atletas, tomando en cuenta que estas selecciones tienen diferentes programas de preparación según criterios o experiencias propias dentro de sus países.

Existen estudios sobre esta problemática (Thiess, Tschiene, & Nickel, 2004), que indican que un buen entrenamiento con adaptación a altitud, así como una buena adaptación previa a través de un entrenamiento de hipoxia, hacen que casi siempre desaparezca la fase aguda de la segunda etapa, de manera que el deportista pueda centrarse más en el entrenamiento de altura propiamente dicho.

El entrenamiento en altura ha sido un componente importante de muchos nadadores de élite en la preparación para los Campeonatos del Mundo y los Juegos Olímpicos. Atletas como Michael Phelps (EE. UU.) o Kosuke Kitajima (Japón) entrenaban regularmente más de cuatro veces al año a gran altura (6500-9500 pies) para aumentar su capacidad aeróbica.

“La tarea principal del entrenamiento en altura es adaptar las influencias del entrenamiento que corresponda con las ya descritas respuestas fisiológicas del organismo en alturas medias a nivel del mar” (Pere, 2022; Zhelyazkov, 2001). El entrenamiento en altura es una alternativa para muchos deportistas, y en especial para nadadores y triatletas. Básicamente, la clave del entrenamiento en altura consiste en aumentar la resistencia del cuerpo humano, acostumbrándolo a un entorno con poco oxígeno. El organismo reacciona produciendo más glóbulos rojos y así aumenta la resistencia del deportista cuando regresa a niveles del mar.

El objetivo del entrenamiento de altura es mejorar las respuestas fisiológicas que tenía el nadador antes de realizar la estancia en altitud, como la hemoglobina, hematocrito, etc. Vásquez Gómez (2013) señala que el mecanismo glucolítico contribuye a la resíntesis de ATP y PC gracias a la división anaeróbica de los hidratos de carbono – glucógeno y glucosa – con formación de ácido láctico (lactato).

Dentro de la fisiología del ejercicio existen tres fuentes energéticas, como son el ATP-PC, la glicólisis anaeróbica y la oxidativa; estos tres sistemas energéticos deben aplicarse según el objetivo de la sesión de entrenamiento. De esta manera, Wilmore & Costill (2007) resaltan que “el umbral del lactato se define como el punto en el tiempo durante el ejercicio de actividad incrementada en el que la tasa de producción de lactato supera la tasa de eliminación de lactato”.

En esta investigación se evaluará a cada nadador de la muestra durante un periodo de 4 semanas, mediante la toma de tiempos de realización de las diferentes pruebas escogidas para este análisis: 100 metros libre, 200 metros libre y 800 metros libre.

Al término de nuestra investigación de entrenamiento de 4 semanas en altitud, evaluaremos a los seleccionados ecuatorianos la mejora de los tiempos de entrenamiento, así como el análisis de las tomas de lactato, si estas mejoraron o se mantuvieron durante el programa de entrenamiento.

Dentro de toda planificación del entrenamiento deportivo, debemos tomar en cuenta la importancia de los resultados, en los tiempos de realización de las diferentes pruebas, para el análisis

de nuestra programación en altitud. Es por esta razón que el objetivo de esta investigación es diagnosticar si la permanencia de 4 semanas de entrenamiento en altitud para la selección de aguas abiertas del Ecuador es beneficiosa para mejorar los ritmos de nado en los nadadores.

2. MÉTODOS

Galvis (2006), en su artículo indica que según Hernández Sampieri “los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes”.

Este trabajo investigativo se realizó en la ciudad de Cuenca – Ecuador a 2500 msnm, fue una investigación experimental y a su vez de carácter descriptivo, ya que podremos detallar los tiempos que realizan nuestros nadadores en los 100, 200 y 800 metros de estilo libre con sus respectivos resultados de toma de lactato, con una duración de 4 semanas.

Nuestra metodología a utilizar es novedosa y se diferencia de las metodologías tradicionales, como la cubana, que son utilizadas por algunos países de Latinoamérica. Sin embargo, esta metodología ha sido mejorada e impartida los últimos 16 años consiguiendo excelentes resultados. A continuación, mostramos la metodología impartida: VR = Velocidad Regenerativa, V2--. = Velocidad 2 baja, V2. = Velocidad 2, V3. = Velocidad 3, V4. = Velocidad 4, VEC. = Velocidad Especial de Competencia y VM. = Velocidad Máxima. Esta metodología reúne todos los tipos de entrenamiento como son: aeróbico, anaeróbico, interválico, fartlek, etc. De esta manera, desarrollamos las capacidades de resistencia, fuerza y velocidad.

Esto ayudará a evaluar la progresión de mejora de los ritmos de nado en las distancias establecidas, con sus respectivos resultados de toma de lactato, durante las 4 semanas de entrenamiento en altitud.

2.1. Participantes

La población de esta investigación son los nadadores que practican de una forma competitiva la natación en la especialidad de aguas abiertas en el Ecuador. La muestra es de 4 nadadores (2 de género masculino y 2 de género femenino) que actualmente son los máximos exponentes de la selección Ecuatoriana de Natación en aguas abiertas. Esta muestra nos permitirá dar conclusiones específicas de los resultados de la investigación.

2.2. Instrumentos de Recolección de Datos

En estas 4 semanas de duración de la estancia en altitud, se realizaron las tomas de lactato con el instrumento “Accutrend”. Este instrumento entrega los resultados a través de la toma de una gota de sangre que puede ser recogida de la yema del dedo o de la parte del lóbulo de la oreja, colocado en una tira de reactivo específica para la toma de ácido láctico. Tras insertar este reactivo (tira) la medición o resultado se visualiza en 60 segundos.

El segundo instrumento es un cronómetro deportivo, que entrega los tiempos de realización de las diferentes distancias que están diseñadas para este estudio. Así mismo, al término de la cuarta semana, se analizará los datos de cada nadador y se verificará el porcentaje de mejora en cada uno de ellos, junto con los resultados de lactato o ácido láctico.

Estos resultados se registrarán en una tabla de estadística ANOVA, para su posterior análisis de las variables, la cual nos dará como resultado el valor de significación de la investigación.

2.3. Procedimiento

El primer paso fue reunir a los 4 integrantes de la muestra para indicarles el proceso de esta investigación, la cual será de 4 semanas en altitud. Posterior a esto se realizó la toma de tiempos de las 3 pruebas o variables: 100 metros libre, 200 metros libre y 800 metros libre.

Para la primera variable (100 mts, libre) se realizó un trabajo de 20 repeticiones de 100 metros en el estilo libre con 25 segundos de pausa. En la segunda variable (200 mts, libre) se realizó un trabajo de 12 repeticiones de 200 metros en el estilo libre con 40 segundos de pausa. Para la tercera variable se realizó un trabajo de 4 repeticiones de 800 metros en el estilo libre con 90 segundos de pausa. De igual forma se realizaron pruebas de lactato a los integrantes del estudio en las semanas tres y cuatro, para tener conocimiento de cómo se comporta este aspecto fisiológico durante el tiempo de permanencia en altitud.

Leminszka et al (2010) señalan que, en el entrenamiento deportivo de atletas de alto rendimiento, es de mucho interés conocer el estado del ácido láctico al entrenar, pues es el mejor indicador de esfuerzo físico que puede determinar la dosificación de carga o intensidad de trabajo (Byers, 2019). El lactato es en realidad un subproducto de la descomposición rápida de la energía que se produce durante breves y potentes ráfagas de trabajo. Desempeña un papel positivo en el cuerpo y puede indicar nuestro nivel de forma física.

Estos tres trabajos se repitieron durante las 4 semanas de la investigación, obteniendo los registros de los tiempos de los 4 nadadores del estudio para en lo posterior analizar la mejora o desarrollo de estas variables al finalizar la cuarta semana. De esta forma observamos si la permanencia en altitud en la semana número 4 tiene un valor de significación mayor al 5%, según la herramienta

estadística de SPSS, para que esta investigación obtenga los beneficios favorables de la altitud.

2.4. Análisis de Datos

Se realizó un análisis lógico, inductivo y analítico de los datos a través del paquete estadístico IBM SPSS. En este software, se realizó un estudio empleando ANOVA de medidas repetidas, la cual nos indicó los valores de significación específicos de las variables, en las 4 semanas de estudio de cada uno de los atletas.

3. RESULTADOS

Dentro de los resultados esperados tenemos que iniciar con el diagnóstico del estado con que se inició la investigación. Los resultados de los tiempos en las distancias a desarrollar por parte de los seleccionados fueron los siguientes:

Tabla 1. Diagnóstico inicial de los 4 nadadores

	Nadadores	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
100 metros (segundos)	1	66,80	64,70	63,90	61,00
	2	69,70	67,80	67,89	64,33
	3	73,20	73,44	73,01	71,11
	4	74,10	74,40	74,00	72,89
200 metros (segundos)	1	133,10	129,30	128,80	125,20
	2	141,10	139,20	138,98	137,45
	3	149,30	147,98	146,86	143,89
	4	152,10	149,87	147,89	145,90
800 metros (segundos)	1	566,20	550,33	540,56	529,80
	2	585,40	577,86	571,85	559,20
	3	625,40	617,92	612,76	605,12
	4	634,20	627,42	618,22	610,35

Esta investigación se llevó a cabo en un periodo de 4 semanas en condiciones de altitud con la selección absoluta de aguas abiertas del Ecuador, cuya muestra para este estudio fueron 4 nadadores de dicha selección.

Como observamos en la tabla 1, tenemos el resumen de casos de las 3 variables (prueba de 100, 200 y 800 metros). Cabe señalar que estos resultados están expresados en segundos. Estos resultados (tabla 1) demuestran que la semana 4 fue la mejor para todos los integrantes de la muestra. Los tiempos de realización de las 3 variables fueron mejorados de forma progresiva desde la semana 1 del estudio hasta la semana 4, en la que el desarrollo de estas pruebas (variables) mejoró significativamente.

Tabla 2. Comparaciones por parejas

Tiempos por semana (I)	Tiempos por semana (J)	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	p	95% de intervalo de confianza	
					Límite Inferior	Límite Superior
1	2	4,198	1,326	0,054	-0,055	8,452
	3	7,157	2,303	0,060	-0,231	14,544
	4	12,030*	3,333	0,025	1,337	22,723
2	1	-4,198	1,326	0,054	-8,452	0,055
	3	2,958	1,045	0,098	-0,396	6,312
	4	7,832*	2,087	0,019	1,138	14,526
3	1	-7,157	2,303	0,060	-14,544	0,231
	2	-2,958	1,045	0,098	-6,312	0,396
	4	4,873*	1,118	0,007	1,285	8,461
4	1	-12,030*	3,333	0,025	-22,723	-1,337
	2	-7,832*	2,087	0,019	-14,526	-1,138
	3	-4,873*	1,118	0,007	-8,461	-1,285

Se basa en medias marginales estimadas. * La diferencia de medias es significativa en el nivel .05. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

En la tabla 2, los resultados de las comparaciones por pareja tienen mayor significación en la semana 4, de tal forma que la diferencia de tiempos de nado entre la cuarta y tercera semana es significativa con un valor p de 0.007.

En cuanto a la prueba de ácido láctico, se observó una reducción significativa de los niveles de ácido láctico en la prueba de 100 metros libre (10,8 en la semana 3 y 10,2 en la semana 4).

4. DISCUSIÓN

Esta investigación demostró que, al término de las 4 semanas del entrenamiento de altitud, los 4 integrantes del estudio se adaptaron de forma progresiva a la altura. Los tiempos de las variables en la primera semana no fueron significativos en ninguno de los casos, es decir la adaptación a la altura es uno de los elementos importantes a tomar en cuenta. La literatura ha demostrado que la adaptación en altitud es muy importante. Tal como indican Thiess et al (2004), un buen entrenamiento con adaptación a altitud, así como una buena adaptación previa a través de un entrenamiento de hipoxia, hacen que casi siempre desaparezca la fase aguda de la segunda etapa, de manera que el deportista pueda centrarse más en el entrenamiento de altura propiamente dicho. De igual manera, esta adaptación depende del estado psicológico de cada deportista, es decir, el nivel de estrés tendrá influencia directa en esta adaptación (Silva, 2014).

Al finalizar la segunda semana de esta investigación, los tiempos de realización de las variables, mejoraron significativamente para todos los integrantes de la muestra. La aplicación de la metodología impartida dentro de las intensidades de nado, como es el entrenamiento interválico, nos ayudó considerablemente para este desarrollo de la resistencia. Weineck (2019) indica que el método interválico presenta un alto grado de eficacia con vistas al aumento rápido de las magnitudes de rendimiento cardiaco, que a su vez se refleja favorablemente en el consumo máximo de oxígeno y, por tanto, en la capacidad de rendimiento en resistencia.

En la semana 3 los tiempos realizados por los integrantes de este estudio mejoraron considerablemente con respecto a la semana 2; en esta semana se realizaron las primeras pruebas de ácido láctico a un integrante de la muestra, estos resultados de lactato se realizaron en dos variables, 100 metros libre y 800 metros libre, obteniendo el nadador el valor más alto de ácido láctico de toda la investigación. Esta acumulación de ácido láctico es de suma importancia dentro de la preparación para los especialistas en pruebas aeróbicas, como es la especialidad de aguas abiertas, en la que la influencia de la tolerancia al lactato es muy importante. Platónov (2015) indica lo siguiente: “las personas que no realizan trabajo de tipo anaeróbico láctico, así como los deportistas de alto rendimiento especializados en pruebas aeróbicas, por lo general presentan niveles muy bajos de lactato”.

Verkhoshansky (2018) indica que “el mecanismo glucolítico contribuye a la resíntesis de ATP y PC gracias a la división anaeróbica de los hidratos de carbono – glucógeno y glucosa – con formación de ácido láctico (lactato)”. Al finalizar esta investigación observamos que en la semana 4, los tiempos de realización de todos los integrantes del estudio, en comparación a la semana 3, mejoraron significativamente en las 3 variables que fueron evaluadas (100 metros libre, 200 metros libre y 800 metros libre). De esta manera, la respuesta ante las intensidades anaeróbicas y aeróbicas aplicadas en la planificación fue exitosa para el desarrollo de los seleccionados.

Así lo podemos evidenciar en la investigación de Park & Lim (2017), que mostraron en sus atletas un mayor consumo máximo de oxígeno, potencia anaeróbica máxima y rendimiento de natación en 50 m y 400 m, de tal manera que el entrenamiento hipóxico conduce a una mejora en la fuerza muscular y la resistencia en nadadores competitivos moderadamente entrenados.

De igual manera, a los 28 días de acabada esta preparación de altitud, se aplicó nuevamente la prueba de ácido láctico en el mismo nadador de la muestra, y el resultado que se obtuvo fue de gran significancia, ya que mejoró la acumulación de lactato en 0,1 mmol/l (milimoles por litro). Cabe señalar que esta reducción de los valores del ácido láctico se dio con la mejora significativa de los ritmos de nado en la variable de los 800 metros libre.

Por tanto, podemos afirmar que las velocidades de nado de todos los integrantes del estudio, en la semana 4, fueron mejores que en todas las semanas anteriores (1, 2, 3) de la planificación.

5. CONCLUSIONES

Se logró determinar la importancia de cuatro semanas de entrenamiento en altitud en los nadadores de la Selección Nacional de Aguas Abiertas del Ecuador, mediante pruebas por tiempos en diferentes distancias específicas junto a sus respectivas pruebas de ácido láctico.

Podemos concluir que la investigación que fue realizada por parte de los 4 integrantes de la Selección Nacional del Ecuador tuvo resultados exitosos en las 4 semanas del entrenamiento de altitud. Estos resultados demostraron que, en la semana cuatro, los tiempos de realización en las tres variables del estudio mejoraron significativamente. De igual forma, los valores de lactato en esta semana fueron menores que en la semana 3, a pesar de que los tiempos de realización de las pruebas fueron mucho mejores.

Consideramos también que el tiempo de permanencia en altitud idóneo para los integrantes de esta investigación es de 4 semanas, ya que los resultados, tanto de realización de las pruebas como de los registros de lactato, lo demuestran de esta manera.

Con esta investigación se beneficiará directamente a los seleccionados nacionales de aguas abiertas, y de forma indirecta a la Federación Ecuatoriana de Natación, al Comité Olímpico Ecuatoriano, y al Ministerio del Deporte, ya que los resultados de los nadadores en competiciones internacionales darán realce a las instituciones mencionadas anteriormente.

De la misma manera, esta investigación podrá ser tomada en cuenta por las diferentes selecciones o clubes internacionales para el beneficio de sus nadadores.

6. REFERENCIAS

1. Byers, T. (2019). *The truth about lactate threshold*. <https://www.swimmingworldmagazine.com/news/truth-lactate-threshold>
2. Galvis, O. Z. (2006). Tipos de investigación. *Revista Científica General José María Córdova*, 4(4), 13-14.
3. La Bolsa del Corredor (LBDC). (2019). *Sistemas energéticos en el deporte*. <https://www.sport.es/labolsadelcorredor/sistemas-energeticos-deporte>
4. Leminszka, M. A., Dieck-Assad, G., Martinez, S. O., & Garza, J. E. (2010). Modelación del nivel de ácido láctico para atletas de alto rendimiento. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 31(1), 41-56.

5. Park, H. Y., & Lim, K. (2017). Effects of hypoxic training versus normoxic training on exercise performance in competitive swimmers. *Journal of Sports Science & Medicine*, 16(4), 480-488.
6. Pere, M. (2022). *Las claves del entrenamiento en altura y sus ventajas*. <https://triatletasenred.sport.es/en-red/entrenamiento-en-altura>
7. Platónov, V. N. (2015). *Preparación de los deportistas de alto rendimiento - Teoría y metodología*. Libro 2. Bases generales del sistema de preparación de los deportistas. Universidad del Valle.
8. Silva, L. T. (2014). Consecuencias psicológicas durante el entrenamiento en altura con atletas de élite. *Investigación y Desarrollo*, 7(1), 28-32.
9. Thiess, G., Tschiene, P., & Nickel, H. (2004). *Teoría y metodología de la competición deportiva*. Paidotribo.
10. Vásquez Gómez, C. A. (2013). *Determinación del sistema energético predominante en la práctica del rugby subacuático en los deportistas élite de la Liga Vallecaucana*. (Tesis Doctoral). Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía.
11. Verkhoshansky, Y. (2001). *Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo*. Paidotribo.
12. Weineck, J. (2019). *Fútbol total: Entrenamiento físico del futbolista*. Paidotribo.
13. Wilmore, J., & Costill, D. (2007). *Introducción a la fisiología del esfuerzo y del deporte*. 5ta. Edición. Paidotribo.
14. Zhelyazkov, T. (2001). *Bases del Entrenamiento Deportivo*. Paidotribo.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

COPYRIGHT

© Copyright 2023: Publication Service of the University of Murcia, Murcia, Spain.