

## **Evaluación del ácido láctico y la presión arterial pre y post entrenamiento en estudiantes universitarios**

Evaluation of lactic acid and blood pressure pre and post training  
in university students

Hugo Santiago Trujillo Chávez<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8716-6641>

Pablo Luis Lomas Badillo<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-8583-2185>

Grace Amparo Obregón Vite<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8165-5612>

Humberto Rodrigo Santillán Altamirano<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6070-8567> .

Sandra Noemí Escobar Arrieta<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3347-0282>

Lucy Janneth Colcha Tene<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5422-6668>

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador

\*Correspondencia a: [santiagotrujillo44@gmail.com](mailto:santiagotrujillo44@gmail.com)

### **RESUMEN**

**Introducción:** La modelación del entrenamiento deportivo depende del control eficiente de diversos parámetros bioadaptativos relacionados con la potenciación cardiovascular y la acumulación de lactado muscular. El análisis de dichos indicadores permite establecer los alcances y limitaciones de los programas que implementan cargas físicas para desarrollar hábitos y destrezas motrices.

**Objetivo:** Evaluar los niveles de ácido láctico y presión arterial en dos momentos de la preparación docente-educativa (Pre y Post entrenamiento) en estudiantes universitarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**Métodos:** El estudio es de tipo descriptivo y cuasi-experimental, seleccionado una muestra representativa de estudiantes universitarios (99 sujetos), en ambos sexos. Se estudió en estado de reposo e inmediatamente de finalizado un entrenamiento deportivo el nivel de ácido láctico y la presión sanguínea.

**Resultados:** El valor promedio del ácido láctico en estado de reposo o pretest se ubicó en 24,96 mg/dL, mientras que el valor promedio obtenido en el segundo momento o posttest

se ubicó en 53,46 mg/dL. Para el caso de la presión arterial la media en reposo se estableció en 127/82 mmHg, y la media en la fase de excitación en 134/83 mmHg.

**Conclusiones:** Se indica un desbalance de los valores normales de lactato en estado de reposo (Alto) y normales en estado de excitación. Los índices de presión arterial se establecen como normales en estado de reposo y excitación. En sentido general, las cargas físicas aplicada a los estudiantes universitarios son adecuadas a los niveles exigidos en los programas deportivos especializados.

**Palabras Clave:** Ácido láctico, Presión arterial, Estímulo físico pre y post entrenamiento, Estudiantes universitarios.

## **ABSTRACT**

**Introduction:** The modeling of sports training depends on the efficient control of various bioadaptive parameters related to cardiovascular potentiation and muscle lactation accumulation. The analysis of these indicators allows to establish the scope and limitations of the programs that implement physical loads to develop motor habits and skills.

**Objective:** To evaluate the lactic acid and blood pressure levels in two moments of the teaching-educational preparation (Pre and Post training) in university students of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

**Methods:** The study is descriptive and quasi-experimental, selecting a representative sample of university students (99 subjects), in both sexes. The lactic acid and blood pressure level were studied at rest and immediately after a sports training.

**Results:** The average value of lactic acid at rest or pretest was 24.96 mg / dL, while the average value obtained at the second moment or posttest was 53.46 mg / dL. In the case of blood pressure, the resting average was set at 127/82 mmHg, and the average in excitation phase was 134/83 mmHg.

**Conclusions:** An imbalance of normal lactate values at rest (High) and normal in excitation status is indicated. Blood pressure indices are established as normal at rest and excitement. In general, the physical loads applied to university students are adequate to levels required in specialized sports programs.

**Keywords:** Lactic acid, Blood pressure, Physical stimulation before and after training, University students.

Recibido: 25-10-2019

Aprobado: 15-11-2019

## Introducción

La fermentación láctica en las fibras musculares es el resultado de exponer al cuerpo a ejercicios físicos en el que la cantidad de oxígeno aportada no cubre lo que el metabolismo celular necesita al acumularse el ácido láctico en las células,<sup>(1,2)</sup> produciendo fatiga muscular.<sup>(1-3)</sup> Gladden,<sup>(4)</sup> afirma que el lactato proviene del metabolismo anaeróbico contando con la presencia de anoxia, un metabolito hipóxico en presencia de disoxia y un metabolito aeróbico en presencia de oxígeno y de glucosa como combustible. Por tal razón, se considera que la intensidad del ejercicio interfiere en la cantidad de lactato producido, relacionándose con el estímulo físico intenso a corto tiempo y los estímulos físicos de moderada y de baja intensidad.<sup>(5,6)</sup>

Por los antecedentes expuestos se considera que el lactato se produce tanto en reposo como durante el ejercicio físicos programado o no. Como dato complementario Brooks,<sup>(6)</sup> demostró que cuando existe un ejercicio de moderada intensidad el lactato en sangre excede la cantidad de glucosa, confirmando que el lactato es fuente de carbohidratos; por lo tanto, el lactato colabora con la glucosa como fuente generadora de carbohidratos, característica evidenciada en otras obras.<sup>(7-9)</sup>

Por otra parte, el ácido láctico es un producto del metabolismo anaeróbico dónde el oxígeno es el combustible que permite quemar nutrientes para la producción de energía, el oxígeno que ingresa al organismo tiene un límite llamado VO<sub>2</sub> máximo, a medida que se realiza el trabajo de forma creciente el organismo va utilizando la energía almacenada.<sup>(10)</sup> Si la célula no tiene la capacidad necesaria para utilizar todo el ácido pirúvico producido, esta se convertirá en ácido láctico. Muchas células pueden utilizar el ácido pirúvico en el entrenamiento deportivo, algunas células pueden adaptarse para utilizar más ácido pirúvico y así dejar de producir ácido láctico.<sup>(10,3)</sup>

El lactato o ácido láctico es muy utilizado en el campo deportivo para controlar la intensidad del entrenamiento, así como para establecer la capacidad que tiene el deportista.<sup>(11-14)</sup> Para medir la intensidad del entrenamiento la determinación del ácido láctico es un parámetro muy utilizado en diversos deportes, validando la utilidad de la medición del lactato en la valoración del efecto del estímulo físico especializado.

(11,12,15,16) Sobre el umbral anaeróbico el organismo también utiliza la vía glucolítica que produce lactato, de igual forma una disminución de lactato en sangre es un indicador que el organismo está utilizando más energía proveniente de la vía aeróbica.<sup>(17)</sup>

El entrenamiento deportivo tiene como objetivo permitir al organismo adaptarse a los sistemas de producción de energía, tanto anaerobio como aerobio, se convierte el ácido láctico en el producto esencial para valorar el rendimiento físico por ser una importante fuente de energía, es considerado uno de los combustibles importantes en la actividad física.<sup>(18,19)</sup> No sería conveniente que luego de una actividad física el ácido láctico que se produce en el músculo no pueda ser utilizado por otro músculo vecino como fuente de energía; sin embargo, cuando se produce en exceso los músculos los desplazan para evitar la acidosis metabólica que produce, entonces controlar el ácido láctico es clave para asegurar el buen rendimiento físico.

Por otra parte, la presión arterial está determinada por la presión que ejerce la sangre sobre las arterias, éstas son vasos sanguíneos que distribuye la sangre del corazón a todo el cuerpo.<sup>(20)</sup> Es conocido que durante el ejercicio físico la presión arterial se incrementa en condiciones normales sí el paciente tiene la frecuencia cardiaca de 110 latidos por minuto, la presión sistólica debería ser de 240 mmHg, se produce este aumento al acelerarse el corazón para aportar oxígeno a los músculos.<sup>(12,19)</sup> En tal sentido, el control de la presión arterial sirve como indicador de la asimilación del estímulo físico en condiciones de entrenamiento y desentrenamiento,<sup>(21,22)</sup> pudiéndose determinar al controlar indicadores cardiovasculares el índice de recuperación del organismo y por ende los niveles de bioadaptación de sujeto entrenado; a mayor recuperación de los niveles cardiovasculares mayor será el rendimiento adquirido por el deportista.

Sin embargo, y aunque se han vinculado algunos indicadores como la actividad física y la presión arterial,<sup>(23)</sup> así como el suministro de oxígeno en relación con el lactato sanguíneo,<sup>(24-26)</sup> entre otros indicadores relacionados relativamente,<sup>(27)</sup> es útil establecer relaciones adicionales que permitan una valoración más integral de los efectos del entrenamiento físico programado en diversos deportistas o sujetos sometidos a estímulos físicos; para lo cual se ha establecido como propósito de la investigación evaluar los niveles de ácido láctico y presión arterial en dos momentos de la preparación docente-educativa (Pre y Post entrenamiento) en estudiantes universitarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## Métodos

El estudio es de tipo descriptivo y cuasi-experimental, seleccionado una muestra representativa de atletas universitarios en diferentes disciplinas deportivas (Atletismo, Ecuavoley, Fútbol, Gimnasia, Tenis, Taekwondo y Voleibol) de varias carreras universitarias de los cuales todos deben cursar la asignatura de Educación Física, donde los sílabos incorporan distintas cargas físicas para el aprendizaje y perfeccionamiento de habilidades motrices básicas y especializadas según el deporte.

La muestra es representativa de la población estudiada, seleccionada bajo un muestreo aleatorio simple a 99 estudiantes universitarios de ambos sexos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH).

Para la obtención de los valores a estudiar se aplicó los siguientes instrumentos:

— Lactato: Reactivo para determinación de Lactato Spinreact. R1 (Tampón; PIPES pH 7, 5; 4-clorofenol). R2 (Enzimas; Lactato oxidasa; Peroxidasa; 4-aminotransferaza). Lactate Cal (Patrón primario de lactato acuoso; Agua destilada)

1) Presión Arterial: Instrumento Electrónico “HARTMANN Tensoval comfort”. Aplicado en estado relajado, sin ruidos ambientales, sentado y en el brazo derecho preferentemente sobre la mesa, de estar parado no pueden estar las piernas cruzadas.

La recolección de datos se realizó durante 2 semanas consecutivas en horario de 06:30 a 09:00 en las instalaciones del Centro de Educación Física, en el cual se facilitó un espacio físico. Las mediciones de lactato (Realizado en el Laboratorio Clínico de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH) y presión arterial (Realizado en el terreno de entrenamiento) fueron tomadas en dos momentos de la preparación deportiva, la primera antes de iniciar el entrenamiento deportivo o clase docente-educativa específica para cada área de trabajo (Pretest) y la segunda inmediatamente finalizado el entrenamiento o clase docente-educativa en su parte principal (Postest), tiempo óptimo recomendado en la literatura.

En la clasificación de los niveles de ácido láctico se determinó cualitativamente en reposo un indicador menor de 0,5 mmol/L ó 8.4055mg/dL como “Bajo”, entre 0,5-2,2 mmol/L ó 8,4055 – 36,9842 mg/dL como “Normal”; y más de 2,2 mmol/L ó 36,9842 mg/dL como “Alto”, extrayéndose las muestras vía venosa. Por otra parte, para la clasificación cualitativa del nivel de presión arterial se utilizó los valores internacionales estandarizados, donde el valor “Normal” se encuentra en 120/80 mmHg.

Los autores no consideraron establecer valores correlacionales dado que la literatura evidencia la existencia de diferencias significativas en entrenamientos especializados al compararse valores pre y postest, tanto en ácido láctico como en presión arterial.

## Resultados

La tabla 1 evidencia los valores obtenidos del ácido láctico en dos momentos de la preparación deportiva, antes e inmediatamente concluido un entrenamiento especializado con un trabajo de resistencia de intensidad media-alta. El valor promedio del ácido láctico en la fase inicial o pretest se ubicó en 24,96mg/dL, mientras que el valor promedio obtenido en el segundo momento o postest se ubicó en 53,46 mg/dL.

**Tabla 1.-** Valores del ácido láctico en dos momentos de la preparación

ÁCIDO LACTICO			
No	Pretest	Valor de Referencia pretest	Postest
1	25,6	Alto	133,7
2	22,8	Alto	109,5
3	18,2	Normal	107,4
4	11,6	Normal	48,6
5	19,1	Normal	124,1
6	17	Normal	122,7
7	15,9	Normal	132
8	23,5	Alto	73,8
9	28,4	Alto	65,4
10	21,9	Alto	130,8
11	21,9	Alto	125,1
12	22,9	Alto	110,3
13	24,5	Alto	55,5
14	29,7	Alto	52,4
15	35,6	Alto	35,3
16	42,3	Alto	34,1
17	18,6	Normal	33
18	38,9	Alto	43,5
19	34,6	Alto	70,7
20	34,5	Alto	56,7
21	26,2	Alto	43,7
22	21	Alto	32,7
23	13,7	Normal	29,3

24	28,9	Alto	38,3
25	27,4	Alto	34
26	36,5	Alto	55,9
27	24,1	Alto	37,4
28	29,7	Alto	44,1
29	31,5	Alto	31,7
30	43,4	Alto	47,7
31	27,3	Alto	27,8
32	28,1	Alto	33,5
33	26,5	Alto	35,9
34	25,2	Alto	43,4
35	42,4	Alto	64,1
36	14,9	Normal	34,9
37	30,3	Alto	63,5
38	26,1	Alto	35,8
39	24,2	Alto	31,8
40	27,2	Alto	28,7
41	24,7	Alto	28,5
42	20,2	Alto	25,5
43	22,1	Alto	26,8
44	20,4	Alto	26,5
45	19,3	Normal	111,7
46	29,2	Alto	55,8
47	26,2	Alto	45,8
48	24,6	Alto	62,2
49	21,8	Alto	39,5
50	28,9	Alto	93,7
51	28,6	Alto	55,4
52	28,4	Alto	71,2
53	18,4	Normal	31,6
54	23,8	Alto	55,7
55	22	Alto	39,5
56	45,8	Alto	66,2
57	31,1	Alto	39,9
58	40	Alto	55,5
59	17,2	Normal	54,2
60	32,5	Alto	52,6
61	31,7	Alto	82,4
62	29,2	Alto	129,5
63	38	Alto	48,7
64	26,7	Alto	43,1
65	22,3	Alto	43,4
66	19,2	Normal	36,6

67	20,1	Alto	32,5
68	37,4	Alto	57,5
69	28,3	Alto	51,5
70	16,9	Normal	60,2
71	18,7	Normal	40
72	22,5	Alto	58,9
73	20	Alto	56,4
74	27,6	Alto	46,5
75	21,3	Alto	50,2
76	26,3	Alto	40,8
77	22,9	Alto	34,6
78	16,9	Normal	51,6
79	16	Normal	41,1
80	14,6	Normal	31,3
81	25,6	Alto	35,3
82	23,5	Alto	65,9
83	12,8	Normal	41,1
84	22,8	Alto	71,6
85	14,1	Normal	36,2
86	19,2	Normal	44,5
87	9,1	Normal	29,4
88	8,7	Normal	39
89	9,8	Normal	29,8
90	23,3	Alto	33,2
91	18,4	Normal	46
92	20,6	Alto	36,5
93	37,1	Alto	39,2
94	32,9	Alto	94,1
95	28,5	Alto	49,4
96	21,2	Alto	45,4
97	34,6	Alto	51,7
98	18,9	Normal	42,9
99	21,6	Alto	50,5
□	24,96	Alto	53,46

La tabla 2 evidencia los valores obtenidos de la presión sanguínea en los dos momentos de la preparación del deportista, antes (Pretest) y después (Postest) de concluido el entrenamiento deportivo o clase docente-educativa, donde la media colectiva en la fase inicial se estableció en 127/82mmHg, y la media colectiva en la fase final se estableció en 134/83mmHg. Si bien los valores medios obtenidos en los dos momentos de la



preparación tiene un índice evaluado de “Normal”, se debe tener en cuenta las particularidades de cada sujeto en términos de respuestas bio-adaptativas al estímulo físico.

**Tabla 2.-** Valores de la presión arterial en dos momentos de la preparación

Presión arterial		
No	Pretest	Posttest
1	111/65	115/72
2	89/70	130/80
3	102/66	134/70
4	126/84	130/90
5	101/73	116/72
6	125/93	118/68
7	116/79	140/66
8	130/71	150/90
9	129/70	134/83
10	131/78	135/80
11	144/85	164/85
12	142/80	150/90
13	150/110	155/120
14	122/97	144/97
15	119/80	143/71
16	122/81	154/114
17	153/109	169/95
18	128/91	141/111
19	94/54	130/80
20	106/60	143/70
21	142/104	155/87
22	152/88	169/107
23	138/95	122/84
24	102/71	87/68
25	156/92	107/64
26	131/83	130/83
27	145/93	149/103
28	114/79	107/72
29	116/68	135/75
30	142/97	164/92
31	126/83	148/78
32	150/91	160/95
33	137/82	124/67
34	99/79	107/75
35	123/92	132/76

36	141/80	129/78
37	135/86	164/92
38	131/86	103/64
39	113/87	109/65
40	155/83	129/84
41	112/73	132/70
42	120/79	124/83
43	150/91	169/95
44	141/80	161/114
45	126/79	130/80
46	125/78	130/86
47	125/86	112/79
48	116/80	133/78
49	108/75	122/70
50	107/83	113/71
51	142/69	122/95
52	164/100	150/93
53	127/78	109/64
54	134/92	156/90
55	130/79	102/87
56	141/87	116/72
57	103/78	105/66
58	159/112	162/115
59	109/84	134/86
60	131/84	125/78
61	165/112	151/93
62	125/80	120/81
63	131/83	142/90
64	138/87	144/76
65	127/75	125/75
66	109/70	124/70
67	108/73	115/68
68	131/87	125/81
69	98/78	129/77
70	137/91	127/84
71	126/83	131/61
72	152/86	115/79
73	130/83	135/90
74	113/73	111/69
75	135/99	163/101
76	127/79	130/82
77	98/82	115/82
78	155/84	154/94

79	107/83	122/89
80	97/73	176/80
81	145/85	143/74
82	148/76	159/99
83	131/76	134/79
84	131/79	140/81
85	131/78	126/85
86	105/84	121/72
87	131/76	110/72
88	109/76	104/71
89	142/83	172/86
90	158/85	223/120
91	111/71	104/76
92	129/79	135/82
93	137/92	140/95
94	108/73	120/82
95	150/78	149/101
96	158/94	147/77
97	111/80	116/79
98	100/78	107/76
99	100/80	110/81
□	127/82	134/83

## Discusión

Un análisis más detallado del nivel de ácido láctico en estado de reposo (Tabla 1), describe que en 74 estudiantes universitarios ( $\approx 74,75\%$ ) su nivel de lactato en sangre es alto, aspecto a considerar, dado la posibilidad de dos causas probables, una la poca capacidad de adaptación de los organismos a las cargas o estímulos físicos en los cuales han transitado los estudiantes universitarios estudiados, y el otro los efectos de la hipoxia característicos de altitudes elevadas <sup>(28)</sup> (La ciudad de Chimborazo se encuentra a  $\pm 2764$  ms.n.m) que provocan un ligero incremento del nivel láctico en estado de reposo, siendo este último indicador el más probable a consideración de los autores.

Por otra parte, los resultados obtenidos en términos de media o promedio ( $\bar{X} 53,46$ mg/dL) en estado de excitación (postest. Tabla 1) revelan un valor muy por debajo al compararse con otras obras como la dispuesta en Brito Vásquez, Granizo Riquetti, & Calero Morales,<sup>(11)</sup> donde la media para un sistema de entrenamiento en atletas de Crossfit se estableció en 17.43mmol/L (293.0157mg/dL) inmediatamente de finalizado el entrenamiento, indicando que las cargas físicas a los cuales son normalmente sometidos

los estudiantes universitarios son de intensidad baja-moderada en dependencia del deporte practicado, aspecto que permite cumplir con las normativas docente-educativas de priorizar clases con un mayor contenido de la preparación técnica, aspecto de interés para el aprendizaje y perfeccionamiento de hábitos motrices específicos para cada deporte necesarios para la enseñanza docente luego de graduarse el alumno universitario.

En otro sentido, la presión arterial (Tabla 2) en estado de reposo presentó aproximadamente valores medios normales (127/82mmHg),<sup>(29)</sup> mientras que en estado de excitación presentó valores medios de 134/83mmHg, no considerados elevados. Es sabido que la presión arterial se incrementa al acelerarse el corazón dado la necesidad de aportar oxígeno a los músculos para que estos realicen su trabajo en condiciones óptimas;<sup>(30)</sup> por lo cual, el proceso de recuperación orgánico en la muestra estudiada resulta en términos generales satisfactorio.

### **Consideraciones finales**

Analizado los valores de lactato y presión sanguínea en dos momentos de la preparación, se indica un desbalance de los valores normales de lactato en sangre en estado de reposo (Alto) y normales en estado de excitación, aspecto a considerar para futuros trabajos. Mientras que los índices de presión arterial se establecen como normales en estado de reposo y excitación, indicando en sentido general que las cargas físicas a los cuales son sometidos los estudiantes universitarios son adecuadas a los niveles exigidos en los programas deportivos especializados a los cuales se somete la muestra de estudio.

### **Referencias bibliográficas**

1. Zúñiga JG, González AS. Desarrollo de un módulo para enseñanza del metabolismo y estilos de vida saludable en estudiantes universitarios. Actualidades Investigativas en Educación. 2010;10(3):1-28.
2. Colcha Tene LJ. Valoración de perfil renal y ácido láctico pre y post entrenamiento en deportistas del Centro de Educación Física de la ESPOCH. Tesis de Grado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Bioquímica y Farmacia; 2018.
3. Canosa EF. Bioquímica: conceptos esenciales. 2nd ed. Madrid: Ed. Médica Panamericana; 2014.
4. Gladden LB. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. The Journal of physiology. 2004;558(1):5-30.

5. Grenvik A, Ayres SM, Schoemaker WC. Tratado de medicina crítica y terapia intensiva. 4th ed. España: Médica Panamericana; 2002.
6. Brooks GA. Intra-and extra-cellular lactate shuttles. *Medicine and science in sports and exercise*. 2000;32(4):790-799.
7. Miller BF, Fattor JA, Jacobs KA, Horning MA, Navazio F, Lindinger MI, et al. Lactate and glucose interactions during rest and exercise in men: effect of exogenous lactate infusion. *The Journal of physiology*. 2002;544(3):963-975.
8. Weltman A. *The blood lactate response to exercise US*: Champaign: Human Kinetics; 1995.
9. Brooks GA, Wolfel EE, Groves BM, Bender PR, Butterfield GE, Cymerman A, et al. Muscle accounts for glucose disposal but not blood lactate appearance during exercise after acclimatization to 4,300 m. *Journal of applied physiology*. 1992;72(6):2435-2445.
10. Leminszka MA, Dieck-Assad G, Martínez SO, Garza JE. Modelación del nivel de ácido láctico para atletas de alto rendimiento. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*. 2010; 31(1):41-56.
11. Brito Vásquez VE, Granizo Riquetti HA, Calero Morales S. Estudio del ácido láctico en el crossfit: Aplicación en cuatro sesiones de entrenamiento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2017;36(3):1-13.
12. Calero-Morales S, Alvarado C, Carlos R, Morales-Pillajo CF, Vilatuña V, Maciel A, et al. Efectos de la hipoxia en atletas paralímpicos con entrenamiento escalonado en la altura. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*. 2017;36(1):1-12.
13. Rumley AG, Pettigrew AR, Colgan ME, Taylor R, Grant S, Manzie A, et al. Serum lactate dehydrogenase and creatine kinase during marathon training. *British journal of sports medicine*. 1985;19(3):152-155.
14. Santos LB. Resposta do lactato sanguíneo durante estágios contínuos crescentes de esforço em triatleta modalidade ciclismo. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2018; 23(241):67-84.
15. Kramer A, Poppendieker T, Gruber M. Suitability of jumps as a form of high-intensity interval training: effect of rest duration on oxygen uptake, heart rate and blood lactate. *European journal of applied physiology*. 2019;119(5):1149–1156.
16. Pallarés JG, Morán-Navarro R, Ortega JF, Fernández-Elías VE, Mora-Rodríguez R. Validity and reliability of ventilatory and blood lactate thresholds in well-trained cyclists. *PloS one*. 2016;11(9):e0163389.

17. Pentón JL, Zaballa MM, Padillas A, Lara D, Calero S, Vaca MR. Estudio del umbral anaeróbico en ciclistas, categoría 14-15 años. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2018;37(4):1-10.
18. Williams MH. *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte* Barcelona: Editorial Paidotribo; 2002.
19. Wilmore JH, Kenney LW, Costill DL. *Fisiología del deporte y el ejercicio* Madrid: Médica Panamericana; 2014.
20. Tudor HJ. *Hypertension: community control of high blood pressure*. 3rd ed. London: CRC Press; 2018.
21. da Silva Pimentel G, Santana F. Respostas fisiológicas em atletas praticantes de atletismo através do teste de potência aeróbica. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2018;22(238):14-25.
22. Sánchez YD, Villalón CV, Zaldumbide A. El desentrenamiento deportivo en atletas sometidos a condiciones de altura superiores a 2000 metros. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2018;23(244):109-115.
23. Cordente Martínez CA, García Soidán P, Sillero Quintana M, Domínguez Romero J. Relación del nivel de actividad física, presión arterial y adiposidad corporal en adolescentes madrileños. *Revista española de salud pública*. 2007;81(3):307-317.
24. Rashkin MC, Bosken C, Baughman RP. Oxygen delivery in critically III patients: relationship to blood lactate and survival. *Chest*. 1985;87(5):580-584.
25. Bakker J, Coffernils M, Leon M, Gris P, Vincent JL. Blood lactate levels are superior to oxygen-derived variables in predicting outcome in human septic shock. 1991;99(4):956-962.
26. Robertson CH, Foster GH, Johnson RL. The relationship of respiratory failure to the oxygen consumption of, lactate production by, and distribution of blood flow among respiratory muscles during increasing inspiratory resistance. *The Journal of clinical investigation*. 1977;59(1):31-42.
27. Hernández JP, Anilema JA, Fernández DO, Arias IG, Valdiviezo DG, Obregón RR. Effects of physical charges on uric acid, creatinine and urea in college athletes. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2019;38(1):1-23.
28. Devlin TM. *Bioquímica: libro de texto con aplicaciones clínicas*. 3rd ed.: Reverte; 1999: 291
29. Gal B, López M, Martín AI, Prieto J. *Bases de la fisiología*. 2nd ed. España: Editorial Tebar; 2007:183

30. López CG, del Rio BR. Factores de riesgo de la hipertensión arterial y la salud cardiovascular en estudiantes universitarios. Anales de Psicología/Annals of Psychology. 2006;22(2):169-174.

#### **Declaración de conflicto de intereses**

Los autores declaran que no poseen ningún tipo de conflicto de intereses

#### **Contribución de los autores**

**Hugo Santiago Trujillo Chávez:** Director; Análisis de datos, redacción.

**Pablo Luis Lomas Badillo:** Análisis de datos, redacción.

**Grace Amparo Obregón Vite:** Recolección de datos, estadísticas.

**Humberto Rodrigo Santillán Altamirano:** Recolección de datos.

**Sandra Noemí Escobar Arrieta:** Recolección de datos.

**Lucy Janneth Colcha Tene:** Recolección de datos.